

# METHOD AND DEVICE FOR RECORDING OPTICAL INFORMATION

Publication number: JP2003085768

Publication date: 2003-03-20

Inventor: HORIGOME HIDEYOSHI

Applicant: OPTWARE KK

Classification:

- international: G03H1/04; G03H1/26; G11B7/0065; G11B7/007;  
G11B7/095; G11B7/24; G03H1/04; G03H1/26;  
G11B7/00; G11B7/007; G11B7/095; G11B7/24; (IPC1-  
7): G11B7/0065; G03H1/04; G03H1/26; G11B7/007;  
G11B7/095; G11B7/24

- european:

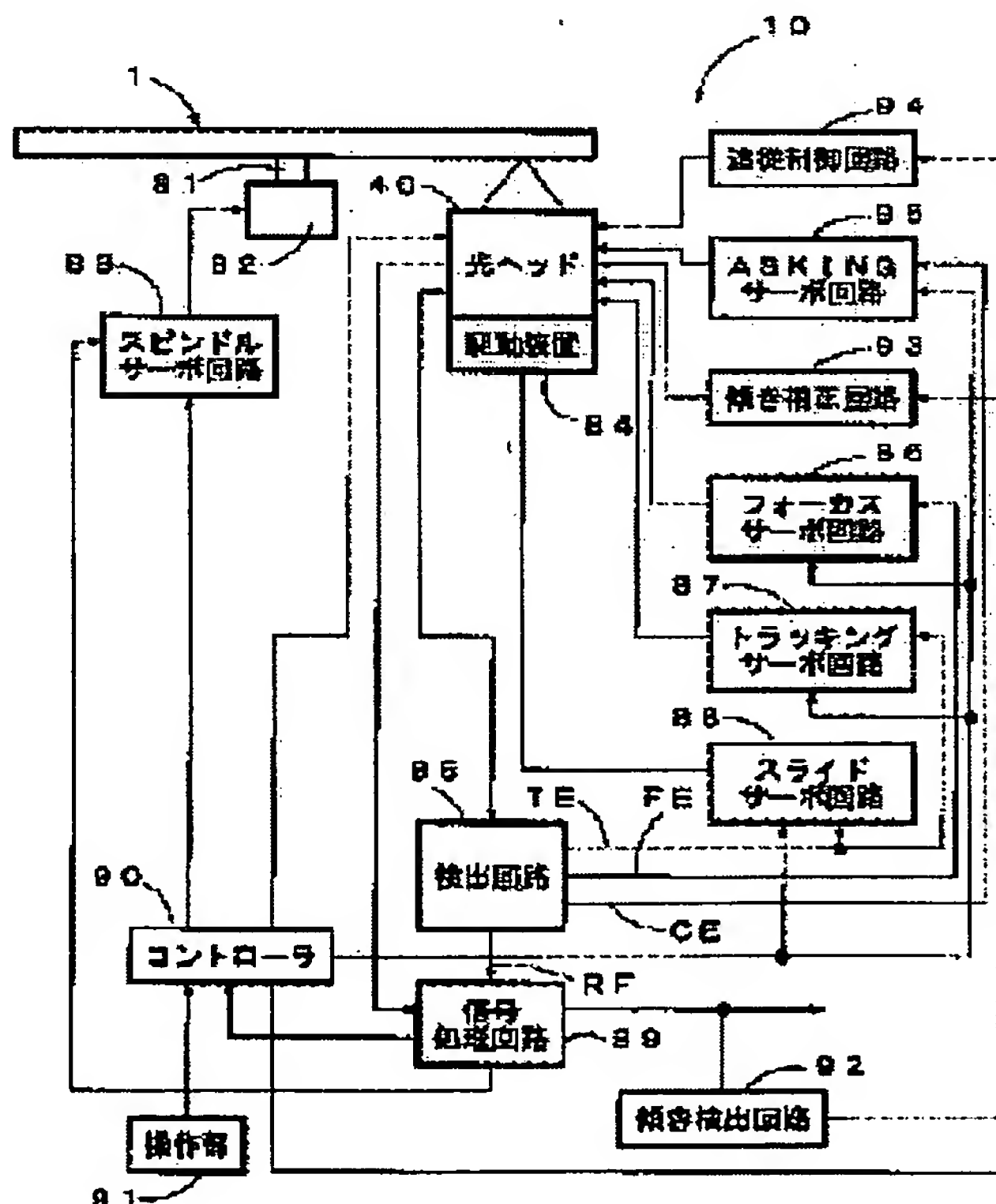
Application number: JP20010278678 20010913

Priority number(s): JP20010278678 20010913

Report a data error here

## Abstract of JP2003085768

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To use a low-output laser light source to accurately record a hologram in each information recording position of information recording areas while moving a recording medium having a plurality of information recording areas. **SOLUTION:** When a hologram is recorded in each information recording position of the optical information recording medium, it is necessary that the irradiation positions of information light and recording reference light follow up the information recording position, which is moved in accordance with movement of the optical information recording medium, for a prescribed period required for exposure. Therefore, the positional deviation between at least one lockup pit arranged in the information recording areas and an optical head is detected, and information light and recording reference light are continuously radiated to the information recording position accurately without positional deviation during hologram recording on the basis of servo control in the moving direction of the optical information recording medium, and thus holograms are recorded on the optical information recording medium.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-85768  
(P2003-85768A)

(43)公開日 平成15年3月20日(2003.3.20)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード <sup>*</sup> (参考)	
G 1 1 B	7/0065	C 1 1 B	7/0065	2 K 0 0 8
G 0 3 H	1/04	C 0 3 H	1/04	5 D 0 2 9
	1/26		1/26	5 D 0 9 0
G 1 1 B	7/007	G 1 1 B	7/007	5 D 1 1 8
	7/095		7/095	F

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2001-278678(P2001-278678)	(71)出願人	500112179 株式会社オプトウエア 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目5番1号 旧総第13ビル7階
(22)出願日	平成13年9月13日(2001.9.13)	(72)発明者	堀米 秀嘉 東京都渋谷区恵比寿1-22-23-405 株式会社オプトウエア内
		(74)代理人	100060690 弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

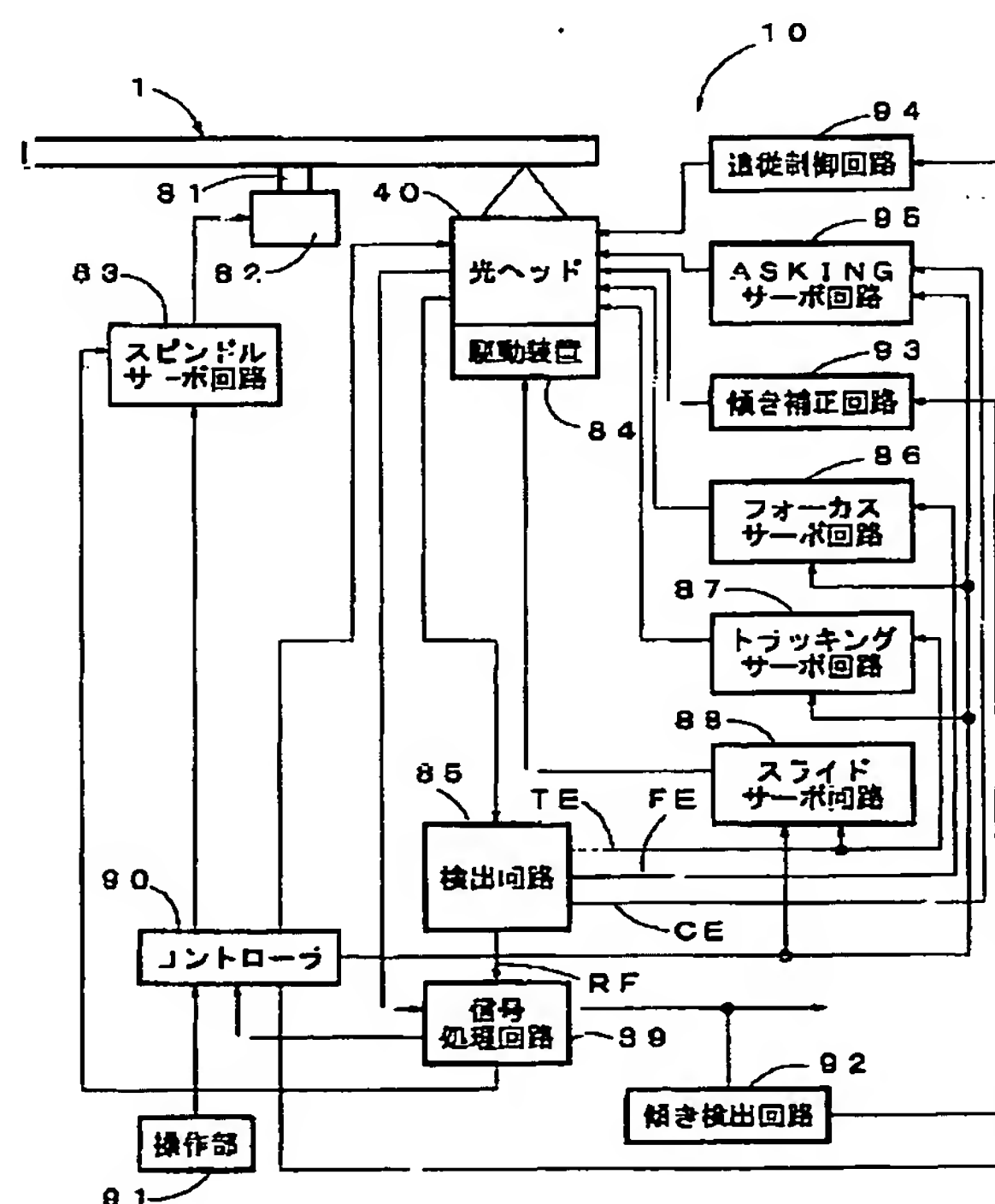
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 低出力のレーザ光源を用いて、複数の情報記録領域を有する記録媒体を移動させながら、情報記録領域の各情報記録位置にホログラムを正確に記録できるようにする。

【解決手段】 光情報記録媒体の情報記録領域の各情報記録位置にホログラムを記録する際には、光情報記録媒体の移動に伴って移動する情報記録位置を露光に必要な所定の時間、情報光及び記録用参照光の照射位置が追従することが要求される。そのため、本発明では、情報記録領域内に配置した少なくとも一つのロックアップピットと光ヘッドとの位置ずれを検出することによって、光情報記録媒体の移動方向におけるサーボ制御を行に、ホログラムの記録中、情報記録位置を情報光及び記録用参照光が位置ずれを生じることなく正確に照射し続けることによってホログラムを光情報記録媒体に記録する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のアドレス・サーボ領域と情報記録領域を有する光情報記録媒体の各情報記録領域内の情報記録位置に、ホログラムとして情報を記録するための光情報記録装置であって、

前記光情報記録媒体の情報記録位置に情報光と参照光との干渉縞パターンによるホログラムが形成されるように、

前記光情報記録媒体に対して情報光と参照光とを照射する照射手段と、

前記光情報記録媒体を移動させる光情報記録媒体移動手段と、

移動する情報記録位置と前記情報光および参照光の照射位置との相対的な位置ずれを位置決め情報に基づいて検出する位置ずれ検出手段と、

前記情報記録位置に前記照射位置を所定区間ロックして移動するように、前記位置ずれ検出手段の出力に基づいて前記照射手段を光情報記録媒体の移動方向に沿って移動せしめる照射位置移動手段と、

を備えたことを特徴とする光情報記録装置。

【請求項2】 前記位置ずれ検出手段は、前記情報記録領域内の所定の位置に設けられた少なくとも一つの位置決め情報に基づいて位置ずれを検出することを特徴とする請求項1記載の光情報記録装置。

【請求項3】 前記照射位置移動手段は、前記位置ずれ検出手段の出力に応じて前記照射手段を光情報記録媒体の移動方向に沿って前後に移動させるようにしたことを特徴とする請求項1又は2記載の光情報記録装置。

【請求項4】 前記光情報記録媒体の各アドレス・サーボ領域には、各情報記録領域を識別するための識別情報が記録されており、さらに前記位置ずれ検出手段における位置決め情報は、各トラックの各情報記録領域毎に設けられた少なくとも一つのロックアップピットであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項5】 前記位置ずれ検出手段による位置ずれの検出は、情報記録位置へのホログラムの記録と平行して行われることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項6】 前記位置ずれ検出手段は、情報を記録する前記情報光及び参照光とは異なる波長の光ビームで位置決め情報を照射することによって前記位置ずれの検出を行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項7】 前記位置ずれ検出手段は、前記情報光および参照光よりも長い波長の光ビームで位置決め情報を照射することを特徴とする請求項6記載の光情報記録装置。

【請求項8】 前記ホログラムを記録するための情報光および参照光の波長は、ロックアップピットを照射する位置ずれ検出用の光ビームの波長の約1/2であること

を特徴とする請求項7記載の光情報記録装置。

【請求項9】 複数の情報記録領域を有する光情報記録媒体における各情報記録領域に、ホログラムによる情報を記録する光情報記録方法であって、

前記光情報記録媒体を移動させる工程と、

前記各情報記録領域の情報記録位置に情報光と参照光との干渉縞パターンが形成されるように、前記光情報記録媒体に情報光と参照光とを照射する工程と、および移動する情報記録領域の情報記録位置と前記情報光および参照光の照射位置との相対位置が所定の区間ずれないように、前記光情報記録媒体の移動に前記照射手段を追従させる工程と、

を備えたことを特徴とする光情報記録方法。

【請求項10】 前記光情報記録媒体の移動に前記照射手段を追従させる工程は、光情報記録媒体の情報記録領域に設けられたロックアップピットと、情報光及び参照光とは異なる波長の位置ずれ検出用の光ビームとの光情報記録媒体の移動方向における位置ずれを検出して行うことを特徴とする請求項9記載の光情報記録方法。

【請求項11】 前記光情報記録媒体の移動に前記照射手段を追従させる工程は、光情報記録媒体の情報記録領域に設けられたロックアップピットと、情報光及び参照光とは異なる波長の位置ずれ検出用の光ビームとの光情報記録媒体の移動方向における位置ずれを検出し、サーボ制御により情報光及び参照光の照射位置を移動させる工程を含むことを特徴とする請求項9又は10記載の光情報記録方法。

【請求項12】 前記ロックアップピットに対する位置ずれ検出用の光ビームの照射は、情報光および参照光の情報記録位置への照射と平行して行われることを特徴とする請求項9、10又は請求項11に記載の光情報記録方法。

【請求項13】 上記光情報記録媒体の移動方向における、サーボ制御による情報光及び参照光の照射位置の移動は、光ヘッドに設けた磁気制御装置によって行われることを特徴とする請求項9乃至請求項12のいずれかに記載の光情報記録方法。

【請求項14】 上記光情報記録媒体の移動方向における、サーボ制御による情報光及び参照光の照射位置の移動は、光ヘッドに設けた圧電素子制御装置によって行われることを特徴とする請求項9乃至請求項12のいずれかに記載の光情報記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のアドレス・サーボ領域並びに情報記録領域を有する光情報記録媒体に、ホログラフィを利用して情報を超高密度で記録するための光情報記録装置、光情報記録方法および光情報記録媒体に関し、さらに詳細には、低出力の光ビームを用いて、情報記録領域の各情報記録位置にホログラフィに



よる干渉縞パターンを位置合わせして高密度、高精度で情報を記録するための光情報記録装置および光情報記録方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】ホログラムによって光情報記録媒体に情報を超高密度で記録するホログラフィック記録は、イメージ情報を担持する情報光と記録用参照光とを光情報記録媒体の内部で重ね合わせて干渉縞パターン生成し、この干渉縞パターンを光情報記録媒体中に固定することによって書込が行われる。記録された干渉縞パターンから情報を再生するに際しては、その光情報記録媒体中の干渉縞パターンに再生用参照光を照射し、干渉縞パターンによって回折を生じさせてイメージ情報を再生するようにしている。

【0003】超高密度光記録を行う為に、最近では、光情報記録媒体内に情報光と記録用参照光との干渉縞パターンを立体的に生ぜしめて情報記録を行う様にしたボリュームホログラフィ、特にデジタルボリュームホログラフィの開発が注目されている。ボリュームホログラフィとは、光情報記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、ホログラフィによる干渉縞パターンを、光情報記録媒体の記録層に3次元即ち立体的に書き込む方式であり、記録層の厚みを増し干渉縞パターンを立体的に記録することによって回折効率を高め、また、多重記録を行うことによって情報の記録容量を飛躍的に増大することができる特徴がある。

【0004】さらに、デジタルボリュームホログラフィとは、原理的にボリュームホログラフィと同様の光情報記録媒体と記録方法を採用するものであるが、光情報記録媒体に記録するイメージ情報はコンピュータ処理によって2値化してデジタルパターン化した後ホログラフィを利用して記録される。従って、デジタルボリュームホログラフィでは、アナログ画像情報も、一旦、2値化してデジタルパターン情報に変換した後、デジタルイメージ情報として光情報記録媒体にホログラフィを利用して記録される。

【0005】このような従来型のボリュームホログラフィによる記録再生系を、移動（回転）する光情報記録媒体への記録再生に適用し、光情報記録媒体の情報記録領域に複数の干渉縞パターンとして順次多重記録することにより飛躍的に記録密度を高めることが可能である。図16は、このような光情報記録媒体の一例を示すもので、光情報記録媒体1の周方向に隣り合うアドレス・サーボ領域6の間には、情報記録領域7が設けられている。アドレス・サーボ領域6には、フォーカス・サーボ及びトラッキング・サーボを行うための情報及び情報記録領域7に対するアドレス情報が、予めエンボスピットによって記録してある。ボリュームホログラフィック記録は、光情報記録媒体の情報記録領域7の記録層の厚み方向の干渉縞パターンの変化を積極的に利用して、光情

報記録媒体1の記録層に3次元的に干渉縞パターンを書き込む方式であり、厚みを増すことによって回折効率を高め、且つ、多重記録を行うことによって記録容量を飛躍的に増大させることができるという特徴がある。

【0006】ボリュームホログラフィによる光情報記録媒体への情報記録及び再生にかかる装置及びその方法が、国際公開番号WO99/44195号に開示されている。本発明を理解するために、同公開公報に記載のボリュームホログラフィを利用した記録再生装置の構成について簡単に説明すると、図17は本発明の実施の対象となる光情報記録媒体1の一例の概略を示すもので、光情報記録媒体1は、円形透明基板2上に、ホログラム記録層3、反射膜5、基板4を備え、ホログラム記録層3と基板4との境界面には、半径方向に複数のアドレス・サーボ領域6が所定の角度間隔で配列され、周方向に隣り合うアドレス・サーボ領域6間には、情報記録領域7が設けられている。アドレス・サーボ領域6には、フォーカス・サーボ制御及びトラッキング・サーボ制御を行うための情報及び情報記録領域7に対するアドレス情報とが、予めエンボスピットによって記録してある。トラッキング・サーボ制御を行うための情報としては、例えば、ウォブルピットを使用することができる。

【0007】光情報記録媒体1の具体的な構成は、透明基板2が、例えば、0.6mm以下の適宜の厚みを有し、ホログラム記録層3が、例えば10 $\mu$ m以上の適宜の厚みを有している。ホログラム記録層3はレーザービームで所定時間照射された時にレーザービームの強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学特性が変化するホログラム記録材料によって形成されており、例えば、デュポン（DuPont）社製のフォトポリマ（Photopolymers）HRF-600（製品名）等が使用される。

【0008】ボリュームホログラフィによるホログラム記録層への記録の一例は、記録すべき情報を担持する情報光と記録用参照光とがホログラム記録層内において厚み方向の干渉縞を生じるように透明基板2側から同時に所定時間照射し、ホログラム記録層内に干渉縞パターンを立体的に定着せしめることによって情報を立体的なホログラムとして記録している。

【0009】即ち、ボリュームホログラフィは、光情報記録媒体のホログラム記録層の厚み方向の干渉縞パターンの変化をも積極的に利用して、光情報記録媒体のホログラム記録層に3次元的に干渉縞パターンを書き込む方式であり、厚みを増すことによって回折効率を高め、また、多重記録を行うことによって記録容量を飛躍的に増大させることができるという特徴がある。

【0010】そして、デジタルボリュームホログラフィは、ボリュームホログラフィにおける同様の光情報記録媒体と記録方式によってイメージ情報を2値データ化し、光情報記録媒体にデジタル干渉縞パターンとして記録するもので、コンピュータを使用してデジタルイメー

ジ情報の干渉縞パターンを光情報記録媒体の記録層に立体的に記録するようにしたコンピュータ指向のホログラム記録方式である。

【0011】このデジタルボリュームホログラフィによれば、例えば絵のようなアナログ画像情報も、一旦2値情報に変換し、次いで、デジタルパターン情報に展開してイメージ情報として記録する。再生時は、このデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元のアナログ画像情報に戻して表示する。このホログラム記録方式によれば、記録に際し2値化したデータをコード化しエラー訂正符号を付加したり、再生時に信号対雑音比(SN比)が多少悪くても、微分検出を行ったりすることで、極めて忠実に元の情報を再生することが可能となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、円板状の光情報記録媒体に情報を光学的に記録する一般的な記録装置では、回転する光情報記録媒体に対して情報記録用の光ビームを照射する光ヘッドを備えている。そして、このような記録装置では、光情報記録媒体を回転させながら、光ヘッドより光情報記録媒体に情報記録用の光ビームを照射して、光情報記録媒体に情報の記録が行われるようになっている。また、この様な記録装置にあっては、情報記録用の光ビームを生成するための光源としては、一般的に半導体レーザが用いられている。

【0013】ホログラフィック記録においても、上記のような一般的な光学的記録装置と同様に、光情報記録媒体を回転させながら、光情報記録媒体に対して情報光と記録用参照光とを照射して、光情報記録媒体における複数の情報記録領域の所定の情報記録位置に順次情報をホログラムとして記録するようになっている。このようなホログラフィを利用した記録に際しても、一般的な光学的記録装置におけると同様に、情報光および記録用参照光用の光源としては、実用的な半導体レーザの使用が望ましい。

【0014】すなわち、現用されているホログラム用の光感応材料をホログラフィック記録用の光情報記録媒体の記録層に採用し、この光情報記録媒体を回転させながら、半導体レーザビームによって情報光および記録用参照光を光情報記録媒体上に照射し、干渉縞パターンを記録層に記録しようとする場合、半導体レーザビームのエネルギーでは、移動する光情報記録媒体の情報記録領域の所定の情報記録位置に、干渉縞パターンを瞬時に記録するには露光エネルギーが不足し、満足な記録が行えないという問題点があった。そこで、情報記録領域の情報記録位置の記録層に十分な露光エネルギーを与えるためには、出力の大きいレーザビームを使用するか、露光時間を長くして露光量を積分することが考えられる。

【0015】しかし、前者の場合、その設備が大がかりなものとなってその設備投資に費用が嵩み、また、後者

の場合、レーザビームによる露光時間中に情報記録領域の情報記録位置が露光位置からずれてしまって鮮鋭な干渉縞パターンを記録層に定着させることが不可能となり、情報の精度が低下する。即ち、光源として半導体レーザではなく、パルスレーザのような高出力の光源を使用して光情報記録媒体の記録層に情報をホログラムとして記録しようとするれば、最大出力が500Wで、20nsの露光時間で情報の記録が可能であるが、このような大出力のパルスレーザを使用することは実用的でない。

【0016】一方、最大出力20mWの半導体レーザによって光情報記録媒体の記録層に情報をホログラムとして記録しようとするれば、露光量の積分のため200μsecの露光時間を必要とする。しかしながら、回転する光情報記録媒体の情報記録位置に、光情報記録媒体の移動方向には移動しない半導体レーザビーム源から発射されるレーザビームによってホログラムを記録しようとする、光情報記録媒体が2m/sの周速度で移動していることから、情報記録領域の情報記録位置が、半導体レーザビームの当初の照射位置から露光時間中に400μmも移動してしまい、低出力の半導体レーザビームによって情報をホログラムとして回転する光情報記録媒体の情報記録位置に記録することができない。

【0017】本発明の目的は、このような記録時の問題点を解決する技術を提供するもので、半導体レーザ等の低出力のレーザビーム源からのレーザビームを用いて、移動する光情報記録媒体の情報記録領域の所定の情報記録位置に、露光に十分な量の照射が行われるまでレーザビームを正確に照射し続けることができる手段を設けることによって、ホログラムによる情報を所定の情報記録位置の記録層に記録することができるようにした光情報記録装置および方法を提供し、且つ、かかる装置及び方法によって情報をホログラムとして高密度記録した光情報記録媒体を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手投】本発明を実施する記録装置は、複数のアドレス・サーボ領域並びに情報記録領域を有する光情報記録媒体の情報記録領域内の各情報記録位置に、ホログラムを記録するための光情報記録装置であって、光情報記録媒体の各情報記録位置に情報光と記録用参照光との干渉縞パターンによるホログラムが形成されるように、光情報記録媒体に対して情報光と記録用参照光とを照射する照射手段と、光情報記録媒体を移動させる光情報記録媒体移動手段と、移動する光情報記録媒体の各情報記録位置と前記情報光および記録用参照光の照射位置との光情報記録媒体の移動方向における位置ずれ検出のために設けた少なくとも一つの位置決め用情報(ロックアップピット)を設けた位置ずれ検出手段と、各情報記録位置を前記照射位置が所定時間正確に追従するように、位置ずれ検出手段の出力に基づいて前記照射手段を光情報記録媒体が移動する方向の前後に追従



移動させる照射位置移動手段とを備えたものである。

【0019】本発明では、光情報記録媒体移動手段によって光情報記録媒体が移動され、この光情報記録媒体に対して、照射手段によって情報光と記録用参照光とが照射され、照射位置移動手段によって、移動する情報記録領域の各情報記録位置を情報光および記録用参照光の照射位置が所定の時間正確に追従するように、情報光および記録用参照光の照射位置が移動せしめられ、これにより、光情報記録媒体の情報記録領域の各情報記録位置を、情報光および記録用参照光が記録のための露光に十分な時間、位置ずれを生ずることなく照射し続けてホログラムによる情報の記録が行われる。

【0020】本発明では、光情報記録媒体の情報記録領域には、移動する各情報記録位置を情報光および記録用参照光の照射位置が追従して移動するようにするために、各情報記録領域に少なくとも一つのロックアップピットが設けられており、光情報記録装置には、各ロックアップピットと位置検出用光ビームの照射位置との光情報記録媒体の移動方向における位置ずれを検出する手段を備えている。

【0021】本発明を実施するための光情報記録装置の一例では、光ビーム照射手段は、情報光および記録用参照光を、光情報記録媒体の情報記録層に対して同一面側より同軸的に且つ光情報記録媒体の厚み方向の異なる位置で最も小径となるようにそれぞれ収束させながら照射される。

【0022】本発明を実施する記録方法は、複数のアドレス・サーボ領域並びに情報記録領域を有する光情報記録媒体における各情報記録領域の複数の情報記録位置に、ホログラムによって情報を記録する光情報記録方法であって、光情報記録媒体を移動させ、情報記録領域の各情報記録位置に情報光と記録用参照光との干渉縞パターンによって情報が記録されるように、光情報記録媒体に対して情報光と記録用参照光とを照射し、移動する情報記録領域の各情報記録位置と情報光および記録用参照光の照射位置とが所定の時間ずれないように、光情報記録媒体の移動に照射手段を追従して移動させるようにしたものである。

【0023】本発明では、移動する光情報記録媒体に対して情報光と記録用参照光とを照射し、移動する情報記録領域の各情報記録位置に情報光および記録用参照光の照射位置が所定時間ずれることなく追従するように、情報光および記録用参照光の照射位置が移動せしめられる。これにより、情報記録領域の一つの情報記録位置にホログラムが記録される間、当該情報記録位置と情報光および記録用参照光の照射位置との間に位置ずれを生じることがなく、従って、情報記録領域の一つの情報記録位置をホログラムの記録に十分な時間情報光および記録用参照光によって露光し続けることができることから、低出力の半導体レーザビーム源を採用しても、ホログラ

ムによる情報の光情報記録媒体への記録が可能となる。

【0024】

【発明の実施の態様】以下、本発明の実施の態様について述べる。本発明が実施される光情報記録媒体は、図1及びその一部拡大図である図2に示す様に、円板状の光情報記録媒体1と、その記録面上の複数の記録トラックTR中の一トラックの一部を示すもので、各トラックTRには、等間隔に設けられた複数のアドレス・サーボ領域6と、光情報記録媒体の移動方向において隣り合うアドレス・サーボ領域6間の情報記録領域7とが設けられている。

【0025】各アドレス・サーボ領域6には、光情報記録再生装置における各種の動作のタイミングの基準となる基本クロック情報、サンプリド・サーボ方式によってフォーカス・サーボを行うための情報、サンプリド・サーボ方式によってトラッキング・サーボを行うための情報および情報記録領域に対するアドレス情報が、予めエンボスピット等によって記録されている。

【0026】アドレス・サーボ領域に記録される基本クロック情報は、光情報記録再生装置の基本クロックを提供する情報であり、フォーカス・サーボを行うための情報およびトラッキング・サーボを行うための情報は、後続する各情報記録領域7に対する情報光、記録用参照光および再生用参照光のフォーカシング及びトラックに対する照射位置の正確なトラッキングを行わせるための情報であって、一度アドレス・サーボ領域6内でフォーカス・サーボとトラッキング・サーボが行われると、その状態が、情報記録領域を経て次のアドレス・サーボ領域6に至るまで維持される。

【0027】さらに、アドレス・サーボ領域6には、後続する各情報記録領域7を識別するためのアドレス情報が記録されており、また、ホログラムの記録にあたっては、アドレス・サーボ領域に記録されている情報を利用して、各情報記録領域7の情報記録位置に対する情報光、記録用参照光及び再生用参照光の照射位置の位置合わせのための位置決め情報としての利用が行われており、光情報記録再生装置は、アドレス・サーボ領域6に記録されたアドレス情報を検出して各情報記録領域7を識別すると共に、アドレス・サーボ領域6に記録されている情報を検出して、各情報記録領域7における情報光、記録用参照光及び再生用参照光の照射位置を合わせていた。従って、各情報記録領域7の情報記録位置に対する情報光、記録用参照光及び再生用参照光の照射位置の位置合わせにおいても、アドレス・サーボ領域でのサーボ制御の状態が、情報記録領域を経て次のアドレス・サーボ領域6に至るまで維持されていた。

【0028】図1及び図2の本発明を実施した光情報記録媒体の特徴とする構成は、その記録面上の各トラックTRの情報記録領域7には少なくとも一個のロックアップピット8が予めエンボスピット等によって記録され、

光ヘッドが情報記録領域7を走査中であっても、このロックアップピット8と追跡サーボ用光ビームの照射位置との位置ずれを検出して、各情報記録領域7の情報記録位置7'と、同情報記録位置7'を追跡する情報光、記録用参照光及び再生用参照光の照射位置との位置合わせを追跡サーボ制御によって行うことができるようにした点にある。

【0029】このロックアップピット8は、各情報記録位置7'に対応して少なくとも一個設け、情報記録位置7'へのホログラム記録中は常に追跡サーボが行われるようにすることにより、情報記録位置7'とホログラム形成用のレーザー光の照射位置との間に位置ずれが生じることなく、極めて品質の高いホログラムの記録が可能となる。勿論、光情報記録媒体7上に照射されるホログラム形成用のレーザー光の照射位置を、各情報記録位置7'へホログラムの記録が終了する毎に、ロックアップピットから周方向に所定距離変位させて照射せしめることにより、一つのロックアップピットによって複数の情報記録位置7'に対する追跡サーボを行うことも可能である。

【0030】即ち、本発明では、光情報記録媒体1の情報記録領域7の情報記録位置7'にホログラムによる情報を低出力の半導体レーザービームを用いて記録する際には、例えば、図2において記号Rで示した方向に移動（回転）する光情報記録媒体の情報記録領域7の各情報記録位置7'に、情報光と記録用参照光との干渉によるホログラムを記録するためには、ホログラム形成用のレーザービームによる露光量が積分されて十分な露光量となるように、光情報記録媒体1の情報記録位置7'と情報光と記録用参照光の照射位置との相対位置が互いにずれないように正確に維持し続けることが必要とされる。

【0031】しかしながら、従来の光記録方法では、アドレス・サーボ領域に記録された情報を検出して、後続する情報記録領域7の情報記録位置に光ヘッドによるビーム照射位置を合わせるための位置制御が行われていたが、情報記録領域7の複数の情報記録位置7'の各々と情報光および記録用参照光の照射位置との正確な位置合わせを維持しながら順次露光に必要な所定の時間追従せしめ、ホログラムによる情報を光情報記録媒体の情報記録領域7の各情報記録位置7'に順次記録して行く為の位置制御手段としては不十分であったため、本発明では、移動する光情報記録媒体の情報記録領域7の各情報記録位置7'と情報光および記録用参照光の照射位置との光情報記録媒体の移動方向における相対的な位置ずれ検出のために特に指標（ロックアップピット）を設け、該指標部で検出した位置ずれ信号に基づいて、光ヘッドに対する光情報記録媒体の移動方向における追跡サーボ制御を、ホログラムの記録中であっても常に情報記録領域において行っている。

【0032】即ち、本発明では、光情報記録媒体1の移

動方向における光ヘッドの移動を、情報記録領域7であっても常に正確に追跡サーボ制御することが、図2に示した様に少なくとも一個のロックアップピット8を設けることによって可能となるため、情報記録領域7の各情報記録位置7'を、情報光及び記録用参照光の照射位置が位置ずれなく追従することができ、ホログラムを記録するのに必要な露光時間を確保することができる。

【0033】さらに具体的には、本発明では、光ヘッドによる追跡サーボ制御を実施するための指標として設けられたロックアップピット8をホログラム形成用のレーザービームの波長 $\lambda_2$ とは異なる波長 $\lambda_1$ のサーボ用のレーザービームで照射することによって、たとえ両レーザービームの照射位置が光記録媒体上で重なっても混信を避けることができ、ロックアップピットによる光情報記録媒体1の情報記録位置7'とホログラム形成用のレーザービームの照射位置との相対的な位置ずれの検出に支障を来すことがなく、検出された光情報記録媒体1の移動方向における位置ずれ検出信号を後述する追跡サーボ回路に供給して、情報光及び記録用参照光の照射位置を光情報記録媒体1の情報記録位置7'上にホログラムの記録中正確に追跡せしめるサーボ制御を行うことを特徴としている。

【0034】本発明では、情報記録領域7の各情報記録位置7'に情報光および記録用参照光、即ち、ホログラム形成用のレーザービームを正確に所定の時間照射し続けることによって、たとえ、低出力の半導体レーザービーム源からのレーザービームであっても、ホログラムを光情報記録媒体1の情報記録領域7の各情報記録位置7'に確実に記録することが可能である。即ち、本発明によれば、ホログラムの記録中、情報記録領域7の各情報記録位置7'と情報光および記録参照光の照射位置との間にずれを生じることがなく、しかも、情報記録領域7の情報記録位置7'にホログラムを記録するのに十分な光量（積分値）に達するまで、情報光および記録用参照光を照射し続けることが可能となる。

【0035】図3は、本発明を実施するための光情報記録再生装置10の概略を示すもので、光情報記録再生装置10は、光情報記録媒体1が取り付けられるスピンドル81と、このスピンドル81を回転させるスピンドルモータ82と、光情報記録媒体1の回転数を所定の値に保つようにスピンドルモータ82を制御するスピンドル・サーボ回路83とを備えている。光情報記録再生装置10は、更に、光情報記録媒体1に対して情報光と記録用参照光とを照射してホログラムを記録すると共に、ホログラムが記録された光情報記録媒体1に再生用参照光を照射し、再生光を検出して、光情報記録媒体1に記録されているホログラムから元の情報を再生するための光ヘッド40と、この光ヘッド40を光情報記録媒体1の半径方向に駆動する駆動装置84とを備えている。

【0036】光情報記録再生装置10は、光ヘッド40



の出力信号よりフォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TE、追跡エラー信号CE、及び再生信号RFを検出するための検出回路85と、この検出回路85によって検出されるフォーカスエラー信号FE及びコントローラ90からの指令に基づいて、光ヘッド40がアドレス・サーボ領域を通過する間、後述する光ヘッド本体を光情報記録媒体1の面に垂直な方向に移動させてフォーカス・サーボ制御を行うフォーカス・サーボ回路86と、検出回路85によって検出されるトラッキングエラー信号TE及びコントローラ90からの指令に基づいて、光ヘッド40がアドレス・サーボ領域を通過する間、光ヘッド本体を光情報記録媒体1の半径方向に移動させてトラッキング・サーボ制御を行うトラッキング・サーボ回路87と、検出回路85によって検出される追跡エラー信号CE及びコントローラ90からの指令に基づいて、光ヘッド40が情報記録領域を通過する間、光ヘッド本体を光情報記録媒体1の移動方向に移動させて、情報記録領域の情報記録位置を情報光および記録用参照光の照射位置が所定時間位置ずれなく追従するように追跡サーボ制御を行う追跡サーボ回路95と、トラッキングエラー信号TEおよびコントローラ90からの指令に基づいて、駆動装置84を制御して光ヘッド40を光情報記録媒体1の半径方向に移動させるスライド・サーボ制御を行うスライド・サーボ回路88と、コントローラ90からの指令に基づいて、光ヘッド40がアドレス・サーボ領域を通過する間、光ヘッドを所望の記録位置へ追従せしめる追従制御回路とを備えている。

【0037】光情報記録再生装置10は、また、光ヘッド40内の後述するCCDアレイの出力データをデコードして、光情報記録媒体1の情報記録領域7の各情報記録位置7'に記録されたホログラムを再生したり、検出回路85からの再生信号RFより基本クロックを再生したり、アドレスを判別したりする信号処理回路89と、光情報記録再生装置10の全体の動作を制御するコントローラ90と、このコントローラ90に対して種々の指示を与える操作部91とを備えている。

【0038】さらに、光情報記録再生装置10は、信号処理回路89の出力信号に基づいて、光情報記録媒体1と光ヘッド本体との相対的な傾きを検出する傾き検出回路92と、この傾き検出回路92の出力信号に基づいて光情報記録媒体1の面に対する光ヘッド本体の傾きが変化する方向に光ヘッド本体の位置を変化させることによって、光情報記録媒体1と光ヘッド本体との相対的な傾きを補正する傾き補正回路93とを備えている。

【0039】光情報記録再生装置10では、ホログラムの記録時において、光ヘッド40がアドレス・サーボ領域を通過する間、光ヘッド本体をほぼトラックに沿う方向に移動させることによって、所定の時間、移動する情報記録領域7の1つの情報記録位置7'を情報光および記録用参照光の照射位置が追従するように、情報光およ

び記録用参照光の照射位置を制御する追従制御回路94を備えているが、本発明では、情報光および記録用参照光の照射位置が情報記録位置7'をさらに精密に且つ正確に追跡するように追跡サーボ制御を行うために、検出回路85によって情報記録領域7の各情報記録位置7'と情報光および記録用参照光の照射位置との光情報記録媒体1の移動方向における位置ずれを、ロックアップピットを追跡サーボ用のレーザービームで照射して追跡エラー信号CEとして検出し、この追跡エラー信号CEに基づいて情報記録領域内であっても光ヘッド本体を光情報記録媒体1の移動方向において移動させて、追跡サーボ(Asking Servo)を行うための追跡サーボ回路95が設けられている。

【0040】コントローラ90は、信号処理回路89より出力される基本クロックやアドレス情報を入力すると共に、光ヘッド40、スピンドル・サーボ回路83、スライド・サーボ回路88、フォーカス・サーボ回路、トラッキング・サーボ回路、追跡サーボ回路および追従制御回路94等を制御するようになっている。スピンドル・サーボ回路83には、信号処理回路89より出力される基本クロックが入力される。コントローラ90は、CPU(中央処理装置)、ROM(リード・オンリ・メモリ)およびRAM(ランダム・アクセス・メモリ)を有し、CPUが、RAMを作業領域として、ROMに格納されたプログラムを実行することによって、コントローラ90の機能を実現するようになっている。

【0041】次に、光ヘッド40の平面図を示す図4を参照して、本発明を実施する光情報記録再生装置において使用される光ヘッド40の一例について説明する。光ヘッド40は、光情報記録媒体1に対する情報の記録と光情報記録媒体1からの情報の再生を行う光ヘッド本体41を有し、光ヘッド本体41は、光情報記録媒体1に対向する対物レンズ11を有している。光ヘッド本体41におけるトラックの接線方向(図4における左右方向)の両端部には弾性アーム固定部140a、140bが設けられている。この弾性アーム固定部140a、140bには、それぞれ、ゴム、板ばね、コイルスプリング、ワイヤ等の弾性部材で形成された弾性アーム149の一端が固定されている。各弾性アーム149の他端は、アーム支持部150に固定されている。アーム支持部150は、このアーム支持部150を、所定の範囲内で光情報記録媒体1の半径方向(図4における上下方向)に移動可能な圧電アクチュエータ170に取り付けられている。

【0042】光ヘッド本体41における光情報記録媒体1の半径方向の一方の端部には、フォーカス・サーボおよび傾き調整用のコイル151、152と、照射位置追従用のコイル155、156が取り付けられている。同様に、光ヘッド本体41における光情報記録媒体1の半径方向の他方の端部には、フォーカス・サーボおよび傾



き調整用のコイル153、154と、照射位置追従用のコイル157、158が取り付けられている。

【0043】光ヘッド40は、更に、それぞれコイル151、152、153、154を貫通するように設けられた磁石161、162、163、164と、コイル155、156に対向する位置に配置された磁石165と、コイル157、158に対向する位置に配置された磁石166とを備えている。

【0044】光ヘッド40では、上記コイル151～154および磁石161～164によって、光情報記録媒体1の面に垂直な方向（図4における紙面に垂直な方向）および光情報記録媒体1の面に対する光ヘッド本体41の傾きが変化する方向に、光ヘッド本体41の位置を変化させることができる。また、光ヘッド40では、圧電アクチュエータ170によって、光情報記録媒体1の半径方向に、光ヘッド本体41の位置を変化させることができる。また、光ヘッド40では、弾性アーム149、コイル155～158および磁石165、166によって、光情報記録媒体の移動方向に、光ヘッド本体41の位置を変化させることができる。弾性アーム149、コイル155～158および磁石165、166は、本発明における照射位置移動手段に対応する。

【0045】コイル151～154は、図3におけるフォーカス・サーボ回路86および傾き補正回路93によって駆動され、また、コイル155～158は、図3における追従制御回路94によって駆動されるようになっている。さらに、本発明では、コイル155～158に付加コイル160を併設し、付加コイル160に、検出回路85によって検出された追跡エラー信号CEが供給された追跡サーボ回路95の出力信号を供給し、付加コイル160と磁石165、166とによって、光情報記録媒体1の移動方向、即ち、トラックTRに沿って光ヘッド本体41による精密な追跡サーボを行っている。光情報記録媒体1の半径方向に光ヘッド本体41の位置を変化させることができる圧電アクチュエータ170は、図3におけるトラッキング・サーボ回路87の出力によって駆動されるようになっている。

【0046】図4に示した光ヘッド40では、光ヘッド本体41を、光情報記録媒体1の半径方向に位置変化させるために圧電アクチュエータ170を使用し、コイル155、156及び付加コイル160に対向する位置に配置された磁石165と、コイル157、158及び付加コイル160に対向する位置に配置された磁石166とによって、光情報記録媒体の移動方向に、光ヘッド本体41の位置を変化させる場合を示したが、図5に示すように、図4に示した光ヘッド40を90°回転させた関係位置に光ヘッド40を配置し、光情報記録媒体1の移動方向に位置変化させるために圧電アクチュエータ170を使用し、付加コイル160を付加しないでコイル155、156に対向する位置に配置された磁石165

と、コイル157、158に対向する位置に配置された磁石166とによって、光情報記録媒体の半径方向に位置変化させるように構成することができる。

【0047】図5に示す光ヘッド40では、圧電アクチュエータによる光ヘッド本体41の位置変化は、コイルと磁石の組み合わせによるヘッド本体41の位置変化よりも応答速度が速いため、追跡サーボ制御の応答速度を速めることができるため、本発明にとっては、図5に示す光ヘッドの配置の方が図4の配置よりも好ましい構成である。

【0048】次に、図6を参照して、本発明が実施される記録再生のための光ヘッドの光学系11の一例について説明する。本発明が実施される光情報記録媒体1は、ポリカーボネート等から成る円板状の透明基板2と、透明基板2から順に積層された情報記録層3、透明基板2'、及び、反射膜5を有する基板4とから構成されている。情報記録層3と基板4との境界面には、半径方向に整列する複数のアドレス・サーボ領域6が所定の角度間隔で予めエンボスピットとして設けられており、アドレス・サーボ領域6間には、扇形の情報記録領域7が設けられ、該情報記録領域7の複数の情報記録位置に順次ホログラムが記録されるようになっており、本発明では、各情報記録領域7に、本発明の特徴とする追跡サーボ制御のための少なくとも一個のロックアップピットが、一例では、各情報記録位置7'に対応して、それぞれ光情報記録媒体の半径方向に整列するように予めエンボスピットとして設けられる（図1及び2参照）。

【0049】透明基板2上に積層された情報記録層3は、ホログラムが三次元的に記録される層であり、レーザビームが照射されたときにレーザビームの強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化する材料によって形成され、この情報記録層3上には、透明基板2'が設けられ、さらに透明基板2'上には、例えば、アルミニウム膜が反射膜5として形成されたプラスチック等から成る基板4が設けられている。

【0050】光情報記録媒体1へのホログラムの記録は、レーザ源25から発射される発散レーザ光をレンズ24によって収束してレーザービームを形成し、このレーザービームをハーフミラーを用いて二本のレーザービームに分割して、一方を記録情報によって変調された情報光に、他方を干渉パターンを形成するための記録用参照光として利用する。即ち、ホログラムの記録は、情報記録層3内に情報光と記録用参照光との干渉による三次元干渉縞パターンを形成せしめるように、情報光と記録用参照光とを光情報記録媒体1の情報記録層3に所定の時間照射することによって行われる。情報光と記録用参照光とを光情報記録媒体1の情報記録層3の情報記録位置の一つを所定の時間照射するためには、光情報記録媒体1の移動と光ヘッドによる照射位置の移動とを所定の時間同期させる。

【0051】即ち、露光に必要な時間正確に同期して移動させることが必要である。そのため、本発明では、情報記録領域に少なくとも一つのロックアップピット8を設け、このロックアップピット8を、ホログラム記録のためのレーザビームの波長とは異なる波長の追跡レーザビームで照射することによって、情報記録位置と情報光と記録用参照光の照射位置との位置ずれを検出し、ホログラムの記録時に、情報記録領域7の情報記録位置7'と情報光と記録用参照光の照射位置とを所定の時間正確に位置あわせして移動させるための追跡サーボ制御を行っている。また、記録されたホログラムの再生は、干渉パターンを形成するための記録用参照光に替えて再生用参照光を情報記録層3に照射することによって行われる。

【0052】さらに、図6に示す光学系の一例は、本発明を実施する光情報記録再生装置において使用する光ヘッドの光学部分の原理を示す概略図であって、この例における記録再生光学系即ち光ヘッド11は、光情報記録媒体1に対向する対物レンズ12と、この対物レンズ12を光情報記録媒体1の厚み方向及び半径方向に移動するためのアクチュエータ13と、対物レンズ12の光源側には、対物レンズから順に2分割旋光板14及びプリズムブロック15が配置され、2分割旋光板14は、光軸の左側部分に配置された旋光板14Lと、同光軸の右側部分に配置された旋光板14Rとから成り立っている。旋光板14Lは、レーザビームの偏光方向を $+45^\circ$ 旋光させ、旋光板14Rはレーザビームの偏光方向を $-45^\circ$ 旋光させる。プリズムブロック15は、2分割旋光板14側から順にハーフミラー15aと全反射ミラー15bとを有している。これらハーフミラー15aと全反射ミラー15bとは共にその法線方向が対物レンズ12の光軸に対して同一方向に $45^\circ$ 傾けて配置されている。

【0053】プリズムブロック15の側方には、さらに、別のプリズムブロック19が平行に配設され、プリズムブロック15のハーフミラー15aに対向して、プリズムブロック19の全反射ミラー19aが平行に配置される。同様に、プリズムブロック15の全反射ミラー15bに対向して、プリズムブロック19のハーフミラー19bが平行に配置されている。プリズムブロック19の側方には、さらに、ハーフミラー23aを有するプリズムブロック23及びハーフミラー30aを有するプリズムブロック30がそれぞれ配置される。

【0054】プリズムブロック15のハーフミラー15aとプリズムブロック19の全反射ミラー19aとの間には、凸レンズ16と光変調器17が配置され、プリズムブロック15の全反射ミラー15bとプリズムブロック19のハーフミラー19bとの間には、光変調器18が配置されている。光変調器17は、格子状に配列された多数の微小区画を有し、各微小区画毎に通過するレー

ザビームの位相を変化させ、通過するレーザビームの位相を空間的に変調できる構成となっており、ホログラム形成時或いはホログラム読取時の参照光を生成するもので、液晶素子を使用することにより容易に実現することができる。

【0055】一方、光変調器18は、情報光生成手段として機能し、その構造は、光変調器17と同じく格子状に配列された多数の微小区画からなり、各微小区画毎にレーザビームの通過状態と遮断状態とを記録する情報に応じて選択することによって、レーザビームの強度を空間的に変調し、情報を担持した情報光を生成することができるようにになっている。この光変調器18にも光変調器17と同様に液晶素子を採用することができる。

【0056】光ヘッド11の光源は、ホログラム記録再生用のレーザ光源25並びに追跡サーボ用のレーザ光源33、及びレーザ光源25、33からのコヒーレントな発散レーザ光を平行光束に収束してレーザビームを形成するコリメータレンズ24、32をそれぞれ備え、プリズムブロック23、30にそれぞれ設けられたハーフミラー23a、30aは、その法線方向がコリメータレンズ24、32の光軸に対して $45^\circ$ 傾けられている。このハーフミラー23a、30aを透過するレーザ光源25、33からの投射光の一部は、フォトディテクタ26、31に指向され、フォトディテクタ26、31の出力は光源25、33からの光出力を自動調整する。

【0057】光情報記録媒体1からの戻りビームは、ハーフミラー23aによって反射され、フォトディテクタ26とは反対の側に設けられた凸レンズ27、シリンドリカルレンズ28を経て、4分割フォトディテクタ29に達し、光ヘッドがアドレス・サーボ領域を通過する間に、フォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TEがそれぞれ検出されると共に、再生信号RFが導出される。検出されたフォーカスエラー信号FEは、光ヘッドのフォーカス・サーボ制御のために使用され、トラッキングエラー信号TEは、光ヘッドのトラッキング・サーボ制御を行うために使用される。

【0058】本発明では、光ヘッドが情報記録領域を通過する際に、追跡エラー信号CEを検出して、光ヘッドの追跡サーボ制御を行うために、ロックアップピットに対する追跡サーボ用のレーザビームの照射位置は、追跡サーボ用のレーザ光源の出射位置を、ホログラムの記録態様に応じて、コリメータレンズ32の光軸から変位させることによって移動させることができる。従って、追跡サーボ用のレーザビームでロックアップピット上を照射して追跡エラー信号CEを検出し、追跡サーボ制御を行いながら、ホログラム記録用のレーザビームで情報記録位置を照射して、ホログラムの記録が行えるように構成されている。

【0059】さらに、本発明では、一つのロックアップピットによって一個または複数の情報記録位置に対する



追跡サーボ制御を実施することが可能であり、複数の情報記録位置に対する追跡サーボ制御を実施するためには、各情報記録位置7'へのホログラムの記録が終了する度に、ロックアップピットと新規にホログラムの記録を行う記録位置との距離に応じて、追跡サーボ用のレーザー光源の位置をコリメータレンズ32の光軸から順次変位せしめるよう構成すればよい。

【0060】情報再生時のサーボ制御時には、光変調器18の全微少区画が光通過状態にされ、ホログラム記録再生用のレーザー光源25からのレーザービームは再生用の低出力に設定される。コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、光情報記録媒体上に投射されるレーザービームがアドレス・サーボ領域6を通過するタイミングを予測し、レーザービームがアドレス・サーボ領域6を通過する間、上記サーボ制御時の設定が行われる。

【0061】光ヘッド内を通過するレーザービームの経路について説明すると、図6の構成において、ビームスプリッタ30のハーフミラー30aは、レーザー光源25から発射される波長のレーザービームは透過し、レーザー光源33から発射される波長のレーザービームに対しては、ハーフミラーとして機能するダイクロイックミラーで形成するのが望ましい。レーザー光源25から発射された発散レーザー光は、コリメータレンズ24によって平行光束のレーザービームに収束されてビームスプリッタ30に入射し、ハーフミラー30aを透過してビームスプリッタ23に入射する。ハーフミラー23aでは、光量の一部が透過し、一部が反射される。

【0062】ハーフミラー23aで反射された光はフォトディテクタ26によつて受光され、光源の自動光量調節が行われる。ハーフミラー23aを透過したレーザービームは、プリズムブロック19に入射し、光量の一部がハーフミラー19bを透過する。ハーフミラー19bを透過したレーザービームは、空間光変調器18を通過し、プリズムブロック15の全反射ミラー15bで全反射された後、ハーフミラー15aを透過し、更に2分割旋光板14を通過し、対物レンズ12によって、光情報記録媒体1におけるホログラム記録層3に接する透明基板2'と基板4との境界面上で収束するように、情報記録媒体1に照射される。この照射されたレーザービームは、光情報記録媒体1の反射膜5によって反射され、アドレス・サーボ領域6におけるエンボスピットによって変調されて、対物レンズ12側に戻ってくる。

【0063】光情報記録媒体1の反射膜5によって反射された戻りのレーザービームは、対物レンズ12によって平行光束とされ、再度2分割旋光板14を通過し、プリズムブロック15に再び入射して光量の一部がハーフミラー15aを透過する。ハーフミラー15aを透過した戻りのレーザービームは、全反射ミラー15bで反射され、空間光変調器18を通過してプリズムブロック19

に入射する。プリズムブロック19に入射したレーザービームの一部がハーフミラー19bを透過する。ハーフミラー19bを透過した戻りのレーザービームは、再度ビームスプリッタ23に入射し、光量の一部がハーフミラー23aで反射され、凸レンズ27およびシリンドリカルレンズ28を順に通過した後、4分割フォトディテクタ29によって個々にその強度が検出され、後述する検出回路によって演算されて所期の目的のエラー信号が検出回路から出力される。

【0064】情報記録時の追跡サーボ制御時には、光変調器17の全微少区画を実質的に光遮断状態にすると共に光変調器18の全微少区画が光通過状態にされ、レーザー光源33からのレーザービームはハーフミラー30aで反射され、光変調器18を経て全反射ミラー15bで反射され、対物レンズ12によってホログラム記録層3と基板4との境界面部分に設けたロックアップピット8を照射する。このロックアップピット8上への照射によって、照射スポットとロックアップピットとの位置ずれ、即ち、追跡エラー信号CEを検出し、検出した追跡エラー信号CEに基づいて、精密な追跡サーボ制御を行うことができるため、本発明では、光情報記録媒体のホログラム記録位置とホログラム形成用レーザービームの照射位置とを、ホログラムの記録に要する間、位置ずれを生じさせないように追跡サーボ制御を行うことによって維持することができるため、半導体レーザー等の低出力のレーザー光源を採用しても、極めて精密にホログラムを光情報記録媒体に書き込むことが可能となる。

【0065】情報記録時の追跡サーボ制御時において、光情報記録媒体1のロックアップピット上に照射され、反射膜5によって反射された戻りの追跡レーザービームは、対物レンズ12によって平行光束とされ、再度2分割旋光板14を通過し、プリズムブロック15に再び入射して光量の一部がハーフミラー15aを透過する。ハーフミラー15aを透過した戻りのレーザービームは、全反射ミラー15bで反射され、空間光変調器18を通過してプリズムブロック19に入射する。

【0066】プリズムブロック19に入射した追跡レーザービームの一部がハーフミラー19bを透過する。ハーフミラー19bを透過した戻りの追跡レーザービームは、再度ビームスプリッタ23に入射し、光量の一部がハーフミラー23aで反射され、凸レンズ27およびシリンドリカルレンズ28を順に通過した後、4分割フォトディテクタ29によって個々にその強度が検出され、後述する検出回路によって演算されて所期の目的のエラー信号が検出回路から出力される。

【0067】4分割フォトディテクタ29の各検出出力は、図7に示した検出回路85で演算することによって、フォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TE、追跡エラー信号CEおよび再生信号RFが生成され、これらの信号に基づいて、フォーカス・サーボ、

トラッキング・サーボ及び追跡サーボ制御が行われると共に、基本クロックの再生およびアドレスの判別が行われる。

【0068】なお、アドレス・サーボ領域での上記のサーボ制御時における設定は、ピックアップ11の構成自体が、CD（コンパクト・ディスク）やDVD（デジタル・ビデオ・ディスクまたはデジタル・バーサタイル・ディスク）やHS（ハイパー・ストレージ・ディスク）等の通常の光ディスクに対する記録、再生用のピックアップの構成と同様になることから、本発明を実施する光情報記録再生装置10では、通常の光ディスク装置とのアドレスサーボ領域の構成に関しては互換性を持たせるように構成することも可能である。

【0069】従って、誤って通常の光ディスク装置に本発明の光ディスクを装填してもアドレスサーボ領域の情報を読み取った後は、情報記録領域に通常の光ディスクとは異なった形式でホログラムが記録されているため、ホログラムの再生が行われることなく通常の光ディスク装置からはエジェクトされ、通常の光ディスク装置に損傷を与えることはない。

【0070】次に、ホログラムを記録する際の動作の概略を図3及び図6を参照して説明する。図6において、ホログラム記録時には、空間光変調器18は、記録する情報に応じて各画素毎に透過状態（以下、「オン」ともいう。）と遮断状態（以下、「オフ」ともいう。）を選択して、通過するレーザビームを空間的に変調し、情報光を生成する。本発明の実施態様では、2画素で1ビットの情報を表現し、必ず、1ビットの情報に対応する2画素のうち的一方をオン、他方をオフとする。

【0071】また、位相空間光変調器17は、通過するレーザビームに対して、所定の変調パターンに従って、画素毎に、所定の位相を基準にして位相差0（rad）か $\pi$ （rad）を選択的に付与することによって、レーザビームの位相を空間的に変調して、レーザビームの位相が空間的に変調された記録用参照光を生成する。コントローラ90（図3参照）は、所定の条件に従って自らが選択した変調パターンまたは操作部91（図3参照）によって選択された変調パターンの情報を位相空間光変調器17に与え、位相空間光変調器17は、コントローラ90より与えられた、または操作部91によって選択された変調パターンの情報に従って、通過するレーザビームの位相を空間的に変調する。

【0072】レーザ光源25から出力されるレーザビームは、パルス状の記録用高出力にされる。なお、コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ12の出射レーザビームが情報記録領域7を通過するタイミングを予測し、対物レンズ12の出射光が情報記録領域7を通過する間、上記の設定のままとする。さらに、対物レンズ12からのレーザビームが情報記録領域7を通過する間は、フォーカス

・サーボ制御およびトラッキング・サーボ制御は行われず追跡サーボ制御のみが行われる。また、以下の説明では、レーザ光源25がP偏光の光を出射するものとする。

【0073】図6に示したように、レーザ光源25から出射されたP偏光のレーザ光は、コリメータレンズ24によって平行光束のレーザビームとされ、ビームスプリッタ30を通過してビームスプリッタ23に入射し、光量の一部がハーフミラー23aを透過し、プリズムブロック19に入射する。プリズムブロック19に入射したレーザビームは、光量の一部がハーフミラー19bを透過して空間光変調器18を通過し、その際に、記録する情報に従って、空間的に変調されて、情報光となる。

【0074】この情報光は、プリズムブロック15の全反射面15bで反射され、光量の一部がハーフミラー15aを透過して、2分割旋光板14を通過する。ここで、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過したレーザビームは偏光方向が $+45^\circ$ 回転されてA偏光のレーザビームとなり、旋光板14Rを通過した光は偏光方向が $-45^\circ$ 回転されてB偏光のレーザビームとなる。2分割旋光板14を通過したA偏光及びB偏光の情報光は、光情報記録媒体1のホログラム記録層3と基板4の境界面、すなわち、反射膜5上で収束するように、対物レンズ12によつて光情報記録媒体1に照射される。

【0075】一方、プリズムブロック19のハーフミラー19bで反射されたレーザビームは、全反射ミラー19aで反射され、位相空間光変調器17を通過し、その際に、所定の変調パターンに従って、光の位相が空間的に変調されて記録用参照光となる。この記録用参照光は、凸レンズ16を通過して収束され、その光量の一部がプリズムブロック15のハーフミラー15aで反射され、2分割旋光板14を通過する。

【0076】ここで、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過したレーザビームは偏光方向が $+45^\circ$ 回転されてA偏光のレーザビームとなり、旋光板14Rを通過したレーザビームは偏光方向が $-45^\circ$ 回転されてB偏光のレーザビームとなる。2分割旋光板14を通過したA偏光及びB偏光の記録用参照光は、光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3と基板4との境界面よりも手前側で対物レンズ12によって一旦収束された後、発散しながらホログラム記録層3内を通過する。

【0077】ここで理解を容易にするために、光の偏光について簡単に説明しておく。A偏光とは、S偏光を $-45^\circ$ 回転させるか、或いはP偏光を $+45^\circ$ 回転させた直線偏光であり、B偏光とは、S偏光を $+45^\circ$ 回転させるか、或いはP偏光を $-45^\circ$ 回転させた直線偏光である。従って、A偏光とB偏光とは互いに偏光方向が直交している。

【0078】図8及び図9は記録時におけるレーザビームの状態を示す説明図である。図において、符号61で



示した記号はP偏光を表し、符号63で示した記号はA偏光を表し、符号64で示した記号はB偏光を表している。図8において、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過した情報光51Lは、A偏光の光となり、対物レンズ12によって光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3内を通過し、反射膜5上に収束すると共に反射膜5で反射されて、再度ホログラム記録層3内を逆行する。

【0079】また、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過した記録用参照光52Lは、A偏光の光となり、対物レンズ12によって光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3への入射面上で一旦収束した後、発散しながらホログラム記録層3内を通過する。そして、ホログラム記録層3内において、反射膜5で反射されたA偏光の情報光51Lと反射膜5に向かって進むA偏光の記録用参照光52Lとが干渉して干渉パターンをホログラム記録層内に三次元的に形成する。従って、レーザ光源25の出射光の出力が高出力になったとき、その干渉パターンがホログラム記録層3内に立体的に記録されることになる。

【0080】また、図9に示したように、2分割旋光板14の旋光板14Rを通過した情報光51Rは、B偏光の光となり、対物レンズ12によって光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3内を通過し、反射膜5上に収束すると共に反射膜5で反射されて、再度ホログラム記録層3内を逆方向に進行する。また、2分割旋光板14の旋光板14Rを通過した記録用参照光52Rは、B偏光の光となり、対物レンズ12によって光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3の入射面上で一旦収束した後、発散しながらホログラム記録層3内を通過する。そして、ホログラム記録層3内において、反射膜5で反射されたB偏光の情報光51Rと反射膜5に向かって進むB偏光の記録用参照光52Rとが干渉して三次元干渉パターンを形成し、レーザ光源25の出射光の出力が高出力になったとき、その干渉パターンがホログラム記録層3内に立体的に記録される。

【0081】図8および図9に示した、本発明のホログラム記録態様では、情報光の光軸と記録用参照光の光軸が同一線上に配置されるように、情報光と記録用参照光とがホログラム記録層3に対して同一面側より照射される。また、情報記録領域の同一記録位置のホログラム記録層3に、記録用参照光の変調パターンを変えて複数回の記録動作を行うことで、位相符号化多重により、情報を多重記録することが可能である。

【0082】このようにして、本発明を実施するための記録装置では、ホログラム記録層3内に反射型（リップマン型）のホログラムが形成される。なお、A偏光の情報光51LとB偏光の記録用参照光52Rとは、偏光方向が直交するため干渉せず、同様に、B偏光の情報光51RとA偏光の記録用参照光52Lとは、偏光方向が直

交するため干渉しない。即ち、ホログラムの記録に際して、余分な干渉縞の発生が防止され、SN（信号対雑音）比の低下を防止することができる利点がある。

【0083】さらに、本発明が実施される記録装置では、情報光は、上述のように、光情報記録媒体1におけるホログラム記録層3と基板4の境界面で収束するように照射され、光情報記録媒体1の反射膜5で反射されて対物レンズ12側に戻ってくる。この戻り光は、サーボ時と同様にして、4分割フォトディテクタ29に入射する。従って、この4分割フォトディテクタ29に入射する情報光を利用して、記録時にも、アドレスサーボ領域において、フォーカス・サーボを行うことが可能である。

【0084】なお、記録用参照光の方は、光情報記録媒体1におけるホログラム記録層3の入射面上で収束してアドレスサーボ領域のエンボスピットには発散光が照射されるため、光情報記録媒体1の反射膜5で反射されて対物レンズ12側に戻ってきても4分割フォトディテクタ29上では結像しないため、フォーカス・サーボに利用することはできない。

【0085】なお、上記記録装置では、凸レンズ16を前後に動かし、その倍率を変更したりすることで、ホログラム記録層3において情報光と参照光による一つの干渉パターンが立体的に記録される領域（ホログラム形成領域）の大きさを任意に選ぶこともできる。

【0086】次に、記録情報再生時の作用について再度図6を参照して説明する。再生時には、空間光変調器18の全面素子がオンにされる。また、コントローラ90（図3参照）は、再生しようとする情報の記録時における記録用参照光の変調パターンと同じ情報を位相空間光変調器17に与え、位相空間光変調器17は、コントローラ90より与えられた情報記録時の変調パターンと同じ情報に従って、通過するレーザビームの位相を空間的に変調して、レーザビームの位相が空間的に変調され、再生用参照光が生成される。

【0087】レーザ光源25から発射されるレーザ光の出力は、再生用の低出力に切り替えられ、コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ12を通過したレーザビームが情報記録領域7を通過するタイミングを予測し、対物レンズ12からのレーザビームが情報記録領域7を通過する間、上記の再生時の設定とする。従って、対物レンズ12からのレーザビームが情報記録領域7を通過する間は、フォーカス・サーボ制御およびトラッキング・サーボ制御は行われず、追跡サーボ制御のみが行われる。

【0088】図5に示したように、レーザ光源25から出射されたP偏光のレーザビームは、コリメータレンズ24によって平行光束のレーザビームとされ、ビームスプリッタ30を透過してビームス23に入射し、光量の一部はハーフミラー23aによって反射されてフォトデ

ィテクタ26に入射して自動光量調節が行われ、ハーフミラー23aを透過したレーザビームはプリズムブロック19に入射する。プリズムブロック19に入射した光の一部がハーフミラー19bで反射され、この反射された光は、全反射ミラー19aで反射され、位相空間光変調器17を通過し、その際に、所定の変調パターンに従って、光の位相が空間的に変調されて、再生用参照光となる。

【0089】この再生用参照光は、凸レンズ16を通過して収束する光となる。この再生用参照光は、一部がプリズムブロック15のハーフミラー15aで反射され、2分割旋光板14を通過する。ここで、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過した光は偏光方向が $+45^\circ$ 回転されて、A偏光の光となり、また、旋光板14Rを通過した光は偏光方向が $-45^\circ$ 回転されて、B偏光の光となる。2分割旋光板14を通過した再生用参照光は、対物レンズ12を経て光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3の手前側で収束した後、発散しながらホログラム記録層3内を通過する。

【0090】図10および図11において、符号61で示した記号はP偏光を表し、符号62で示した記号はS偏光を表し、符号63で示した記号はA偏光を表し、符号64で示した記号はB偏光を表している。図10において、2分割旋光板14の旋光板14Lを通過した再生用参照光53LはA偏光の光となり、対物レンズ12によって光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3の手前側収束した後、発散しながらホログラム記録層3内を通過する。その結果、ホログラム記録層3より、記録時における情報光51Lに対応する再生光54Lが発生する。この再生光54Lは、対物レンズ12側に進み、対物レンズ12で平行光束のレーザビームとされ、再度2分割旋光板14を通過してS偏光の光となる。

【0091】また、図11に示したように、2分割旋光板14の旋光板14Rを通過した再生用参照光53RはB偏光の光となり、対物レンズ12によって光情報記録媒体1に照射され、ホログラム記録層3の手前側で収束した後、発散しながらホログラム記録層3内を通過する。その結果、ホログラム記録層3より、記録時における情報光51Rに対応する再生光54Rが発生する。この再生光54Rは、対物レンズ12に向かって進み、対物レンズ12で平行光束のレーザビームとされ、再度2分割旋光板14を通過してS偏光の光となる。

【0092】2分割旋光板14を通過した再生光は、プリズムブロック15に入射し、その一部がハーフミラー15aを透過する。ハーフミラー15aを透過した再生光は、全反射ミラー15bで反射され、全画素がオンにされた空間光変調器18を通過し、光量の一部がプリズムブロック19のハーフミラー19bで反射されて、CCDアレイ20に入射し、CCDアレイ20上には、記録時における空間光変調器18によるオン、オフのパタ

ーンが結像され、このパターンを検出することで、光情報記録媒体1に記録されていた情報が再生される。

【0093】なお、記録用参照光の変調パターンを変えて、ホログラム記録層3に複数の情報が多重記録されている場合には、複数の情報のうち、記録用参照光の変調パターンと同じ変調パターンの再生用参照光によって読み取られた情報のみが再生される。図10および図11では、再生用参照光の光軸と再生光の光軸が同一線上に配置され、再生用参照光の照射と再生光の収集とが、ホログラム記録層3の同一側より行われている例である。

【0094】さらに、再生光の一部は、記録時のサーボ時における戻り光と同様に、4分割フォトディテクタ29に入射する。従って、この4分割フォトディテクタ29に入射する光を用いて、再生時にもアドレスサーボ領域においてフォーカス・サーボを行うことが可能である。なお、再生用参照光の方は、光情報記録媒体1におけるホログラム記録層3の手前側で一旦収束してホログラム記録層内で発散光となるため、光情報記録媒体1の反射膜5で反射されて対物レンズ12側に戻ってきても4分割フォトディテクタ29上では結像しない。

【0095】4分割フォトディテクタの動作の概略について述べると、図7は、4分割フォトディテクター29及び同ディテクター29に接続される検出回路85の一具体例を示すもので、検出回路85は、4分割フォトディテクタ29の対角線上の受光部29a、29dの各出力を加算する加算器31と、4分割フォトディテクタ29のもう一方の対角線上の受光部29b、29cの各出力を加算する加算器32と、加算器31の出力と加算器32の出力との差を求めて非点収差法によるフォーカスエラー信号FEを生成する減算器33と、4分割フォトディテクタ29のトラック方向に隣り合う受光部29a、29bの各出力を加算する加算器34と、同様に4分割フォトディテクタ29のトラック方向に隣り合う受光部29c、29dの各出力を加算する加算器35と、加算器34の出力と加算器35の出力との差を求めて、プッシュプル法によるトラッキングエラー信号TEを生成する減算器36と、4分割フォトディテクタ29のトラック方向に直角な方向に隣り合う受光部29a、29cの各出力を加算する加算器38と、同様に4分割フォトディテクタ29のトラック方向に直角な方向に隣り合う受光部29b、29dの各出力を加算する加算器39と、加算器38の出力と加算器39の出力との差を求めて、プッシュプル法による追跡エラー信号CEを生成する減算器40と、及び、加算器34の出力と加算器35の出力とを加算して再生信号RFを生成する加算器37とを備えている。

【0096】本発明を実施するにあたっては、光ヘッドから光情報記録媒体を照射するレーザビームとして、レーザ光源25から発射されるホログラム形成用の波長 $\lambda_2$ のレーザビームと、移動する光情報記録媒体の情報記



録位置をホログラム形成用のレーザービームの照射位置が、露光に必要な時間、位置ずれなく追従するように、光ヘッドに対して追跡サーボ制御を行うために、情報記録領域に設けたロックアップピットを追跡レーザービームで照射して、情報記録位置とホログラム形成用のレーザービームの照射位置との光情報記録媒体の移動方向における位置ずれを検出する、レーザー光源33から発射される波長 $\lambda_1$ の追跡レーザービームとを必要とすることから、本発明の光情報記録媒体に対する光ヘッド11は、例えば、波長 $\lambda_1$  波長 $\lambda_2$ の複数波長のコヒーレントなレーザービームを出射できるよう構成されている。

【0097】波長 $\lambda_1$  波長 $\lambda_2$ の複数波長の組み合わせとしては、 $\lambda_1=780\text{nm}$ 、 $\lambda_2=532\text{nm}$ の組み合わせ、 $\lambda_1=780\text{nm}$ 、 $\lambda_2=650\text{nm}$ の組み合わせ、 $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $\lambda_2=525\text{nm}$ の組み合わせ、 $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $\lambda_2=405\text{nm}$ の組み合わせ、 $\lambda_1=780\text{nm}$ 、 $\lambda_2=390\text{nm}$ の組み合わせ等がある。図6の装置では、波長の異なる二つのレーザー光源25、33を設けた装置を例示したが、かかる2種レーザー光源に替えて、単一のレーザー光源と、プリズム又は回折格子等による波長選択素子との組み合わせから成る複数波長のレーザービームが出射可能な波長可変レーザー光源装置、或いは、レーザービーム源及び該レーザービーム源からの出射光の波長を変換する非線形光学系を使用した波長可変レーザー光源装置等を使用することもできる。

【0098】光情報記録媒体の情報記録領域へのホログラムの記録は(図1及びその一部拡大図、図12参照)、 $0.8\mu\text{m}$ のピッチで光情報記録媒体の径方向に離隔するスパイラル状の記録可能な各トラックは、周方向にヘッダーを介して情報記録領域が整列し、各情報記録領域の複数の情報記録位置に順次ホログラムを記録するにあたって、ホログラム形成用のレーザービームで、光情報記録媒体が距離にして少なくとも $200\mu\text{m}$ 移動する間、位置ずれを起こすことなく情報記録位置を追従せしめ、照射し続けることによってホログラム記録層にホログラムを定着させることが必要である。

【0099】そして、光情報記録媒体が $200\mu\text{m}$ 移動し、ホログラムの記録が完了した時点で、光ヘッドは、光情報記録媒体の移動方向とは逆の方向に $200\mu\text{m}-\alpha$ (但し、 $\alpha$ は隣接する情報記録位置間の距離)急激に戻され、同様の記録態様で新たなホログラムを光記録媒体の次の情報記録位置に記録するために、ホログラム形成用のレーザービームで次の情報記録位置への照射を開始し、光情報記録媒体が $200\mu\text{m}$ 移動する間、当該情報記録位置をホログラム形成用のレーザービームで追従しながら情報記録位置へ正確なホログラム記録を行う。

【0100】このようなホログラム記録動作が、次のアドレス・サーボ領域に達するまで順次繰り返される。光ヘッドがアドレスサーボ領域を通過する間は、前述の如くフォーカス・サーボ制御及びトラッキング・サーボ制

御が行われ、次セクタの情報記録領域に移ると、追跡サーボ制御を行いながら上記と同様のホログラムの記録動作を繰り返し、次セクタの情報記録領域の情報記録位置にホログラムが順次記録されて行く。

【0101】本発明によってホログラムを記録する光情報記録媒体の物理的構造は、アドレス・サーボ領域、即ち、ヘッダ部にエンボスピットとしてアドレス情報がランドトラック、グローブトラック毎にそれぞれ設けられ、各アドレス情報に続いてランドトラック及びグローブトラックから成る情報記録領域が設けられる。本発明の光情報記録媒体の一例では、対物レンズで集光したレーザー光で光情報記録媒体を照射し、反射膜によって反射されて戻って来たレーザー光を同じ対物レンズで集めることから、この光学系の伝達関数OTF (Optical Transfer Function)は、二つの円形開口の自己相関を求めればよいことになり、収差のない円形の開口を持つ光学系の場合には、図13に示すように振幅の伝達関数、即ち、変調度MTF (Modulation Transfer Function)と空間周波数の波長との関係を示す図から、変調度が無くなるピット長の限界を求めることができる。これを、波長 $780\text{nm}$ の追跡レーザー光について計算してみると、 $\lambda/2\text{NA}=780/2\times 0.5=780\text{nm}=0.78\mu\text{m}\approx 0.8\mu\text{m}$ と成り、 $0.8\mu\text{m}$ 間隔で $0.4\mu\text{m}\phi$ のロックアップピットを整列させると、整列するロックアップピットによる変調度がなくなるので、見かけ上繋がった線と同等に見立てることができる。

【0102】従って、例えば、情報記録領域の各ランドトラック及びグローブトラック線上にそれぞれ直径約 $0.4\mu\text{m}\phi$ のロックアップピットをプリフォーマットによって設けるにあたり、ロックアップピットの両側の各トラック上に $1.2\mu\text{m}$ の幅のミラー領域を設けることによって、ロックアップピットと隣接するグルーブとの近接によって変調度がなくなり見かけ上の接続されたと同等になるのを回避することができ、追跡レーザービームでロックアップピットを単独に検知することが可能となる。

【0103】一方、光情報記録媒体の径方向に隣接するランドトラックとグルーブトラックとは、その中心線の間隔が $0.8\mu\text{m}$ であることから、直径約 $0.4\mu\text{m}\phi$ のロックアップピットが夫々のトラックに設けられた場合、光情報記録媒体の径方向に隣接するロックアップピットの周縁部の間隔は $0.4\mu\text{m}$ となり、ロックアップピットの光情報記録媒体の径方向における変調度はなくなり、径方向に整列するロックアップピットは、見かけ上連続する線と同等に見立てることができるため、光情報記録媒体の移動方向における光ヘッドの追跡サーボ制御を極めて精度良く行うことができる。従って、移動する光情報記録媒体の情報記録位置と光ヘッドからのホログラム形成用のレーザービームの照射位置とを、位置ずれを生じることなく露光に要する時間固定することがで

き、低出力のレーザ光源を採用しても、ホログラムの記録を精度良く行うことができる。

【0104】さらに、本発明の実施にあたって、ロックアップピットは、その深さを記録用レーザビームの波長 $\lambda_2$ の約 $1/2$ に選ぶことにより、記録用レーザビームに対しては、ロックアップピットと、その周辺部からの反射光との往復の光路差を $\lambda_2$ と等しくして同相になるようにして照射波の影響をなくし、波長 $\lambda_1$ の追跡レーザビームに対しては、位相差を生じるようにして追跡サーボエラーを、例えば、プッシュプル法によって検出出来るようにすることにより、追跡サーボ制御に必要な位置ずれ検出が良好に行えるようにしている。そのために、例えば、ロックアップピットに向けて照射される追跡レーザ光の波長を、波長 $\lambda_1 = 780\text{nm}$ （赤色光）に選び、ホログラムの記録再生に使用するレーザ光の波長を、波長 $\lambda_2 = 532\text{nm}$ （緑色光）とは異ならせ、ロックアップピットの深さを $532/2\text{nm} = 266\text{nm}$ に選んでいる。このような波長の選択は、照射されるレーザビームが、ロックアップピットによって回折された場合、追跡レーザビームについては、入射する追跡レーザビームと回折光との間に位相差を生じプッシュプル法等によって追跡サーボエラーの検出を可能としているが、ホログラム形成用のレーザビームの場合には、ロックアップピットによる回折光と入射するホログラム形成用のレーザビームの位相関係を同相になるようにして、情報記録用のレーザビームによって、追跡サーボ制御が影響されることがないようにしている。

【0105】図14は、本発明におけるロックアップピットと、その両側の各トラックに設けた、ランドトラックのランド面と等高の平滑な幅 $1.2\mu\text{m}$ のミラーゾーンとの関係を示している。本発明では、このように、ロックアップピットの両側に幅広のミラーゾーンを設けることによって、位置ずれ検出の際に隣接するグループによってエラー成分が導入される余地を無くしている。さらに、光情報記録媒体の情報記録領域に予めプレフォーマットとして設けるロックアップピットは、必ずしも情報記録領域の各情報記録位置と1対1の関係にある必要はなく、一個のロックアップピットを複数の情報記録位置に対応せしめて追跡サーボ制御を行いうるよう構成する等の改変を行うことができるのは勿論である。

【0106】本発明におけるホログラムの光情報記録媒体への記録は、それぞれランドトラック及びグローブトラック上に $d = 5\mu\text{sec} \times S$ （但し、 $S$ は光情報記録媒体が移動する速度）間隔で、順次ホログラムが記録されることになる。このような光情報記録媒体へのホログラムの記録は、移動する光情報記録媒体の各情報記録位置を、ホログラム形成用のレーザビームで照射、即ち、一具体例では、直径約 $500\mu\text{m}$ に収束された $150 \times 150 = 2225$ ビットの画素情報を持つ情報光及び同数の画素毎に位相変調された記録用参照光によるホログ

ラム形成用レーザビーム照射スポットによって照射して行われるが、ホログラムを光記録媒体の各ランドトラック及びグローブトラック上の情報記録位置に順次正確に記録するためには、情報記録位置が、光情報記録媒体の移動に伴って少なくとも $200\mu\text{m}$ 移動する間、当該情報記録位置をホログラム形成用のレーザビームスポットが位置ずれなく追従し、照射し続けることが必要である。

【0107】そのため、本発明では、情報記録領域に、予めエンボスピットとして形成された直径約 $0.4\mu\text{m}$ のロックアップピットを、追跡レーザビームで照射し、光情報記録媒体の動きと追跡レーザビームの照射スポットとの間に位置ずれが生じた場合、ホログラム記録位置とホログラム形成用レーザビームによる照射スポットとの間に、同量の位置ずれが生じていると判断し、その位置ずれをロックアップピットと追跡レーザビームの照射スポットとの相対位置関係から検出し、検出された位置ずれに基づいて、光記録媒体とホログラム形成用レーザビーム照射位置を、光情報記録媒体の情報記録領域の情報記録位置に位置合わせし、即ち、光情報記録媒体の移動方向における追跡サーボ制御を行って、低出力レーザ光源を使用したホログラム記録時に要求される前述の条件を満たしている。

【0108】図15は、プッシュプル法によるロックアップピットと追跡レーザビームの照射スポットとの相対位置関係をを示し、追跡エラー信号CEの検出は、上述の図7に示したサーボ制御用のエラー検出回路によって行われる。図15において、追跡レーザビームがロックアップピット上に投射されると、追跡レーザビームはロックアップピットのエッジ部において回折が起こる。追跡レーザビームがロックアップピット上に正しく照射されていると、ロックアップピットのエッジ部において生じた回折による戻りビームは前後等しくなるが（図15（b）参照）、追跡レーザビームがロックアップピットの前部に照射された場合（光情報記録媒体の移動が遅れた場合）には、図15（a）に示すように、ロックアップピットのエッジ部によって回折されて戻ってくる戻りビームは前方に偏り、また、追跡レーザビームがロックアップピットの後部に照射された場合（光ヘッドの移動が遅れた場合）には、図15（c）に示すように、ロックアップピットのエッジ部によって回折されて戻ってくる戻りビームは後方に偏ることになるから、そのずれを図6の4分割フォトディテクタ29によって検出し、図7に示した検出回路85によって演算し、追跡エラー信号CEが導出される。

【0109】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の記録方法及び記録装置では、移動する光情報記録媒体の情報記録領域における情報記録位置に、所定の区間、情報光及び記録用参照光の照射位置を正確に追従移動させるサーボ



制御手段を設け、情報記録位置を位置ずれを生じることなく情報光及び記録用参照光で所定の区間正確に照射し続けることができることから、低出力のレーザ光源からのレーザ光による照射光量を所定の区間積分することができるため、高出力のレーザ光源からのレーザ光によるホログラムの記録と同等の記録が可能となり、極めて実用的なホログラムの記録方法及び記録装置を提供することができる。

【0110】さらに、光情報記録媒体は、従来のDVD記録装置の光ヘッド、及びサーボ制御回路の一部を変更するのみで、容易に正確なホログラムの記録が可能となり、誤って、本発明の光情報記録媒体を通常の光ディスク装置に装填しても、アドレス・サーボ領域の情報を読み取った後に、本発明の光情報記録媒体は、情報記録領域にホログラムが記録されていることから、通常の光ディスク装置からはエジェクトされ、通常の光ディスク装置に損傷を与えることはないため、実用上も問題を生じることがない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施したトラックの一部を示す光情報記録媒体。

【図2】本発明を実施したトラック部分を拡大して示した光情報記録媒体。

【図3】本発明を実施する光情報記録再生装置の構成を示すブロック図。

【図4】本発明を実施する光情報記録再生装置の光ヘッドの一例を示す平面図。

【図5】本発明を実施する光情報記録再生装置の光ヘッドの他の例を示す平面図。

【図6】本発明を実施する光情報記録再生装置の光ヘッドの光学系の説明図。

【図7】本発明を実施する光情報記録再生装置の検出回路の概略図。

【図8】図6に示した光ヘッドによるホログラム記録時の光の状態を示す説明図。

【図9】図6に示した光ヘッドによるホログラム記録時の光の状態を示す説明図。

【図10】図6に示した光ヘッドによるホログラム再生時の光の状態を示す説明図。

【図11】図6に示した光ヘッドによるホログラム再生時の光の状態を示す説明図。

【図12】本発明を実施した光情報記録媒体のトラック部分を拡大して示した説明図。

【図13】レーザビームでピットを照射した場合の振幅の伝達関数(MTF)と解像度の限界を図式的に示す図。

【図14】本発明を実施した光情報記録媒体のトラックのロックアップピット部分を拡大して示した説明図。

【図15】本発明を実施した光情報記録媒体のトラックのロックアップピット部分と追跡レーザビームスポットの関係を拡大して示した説明図。

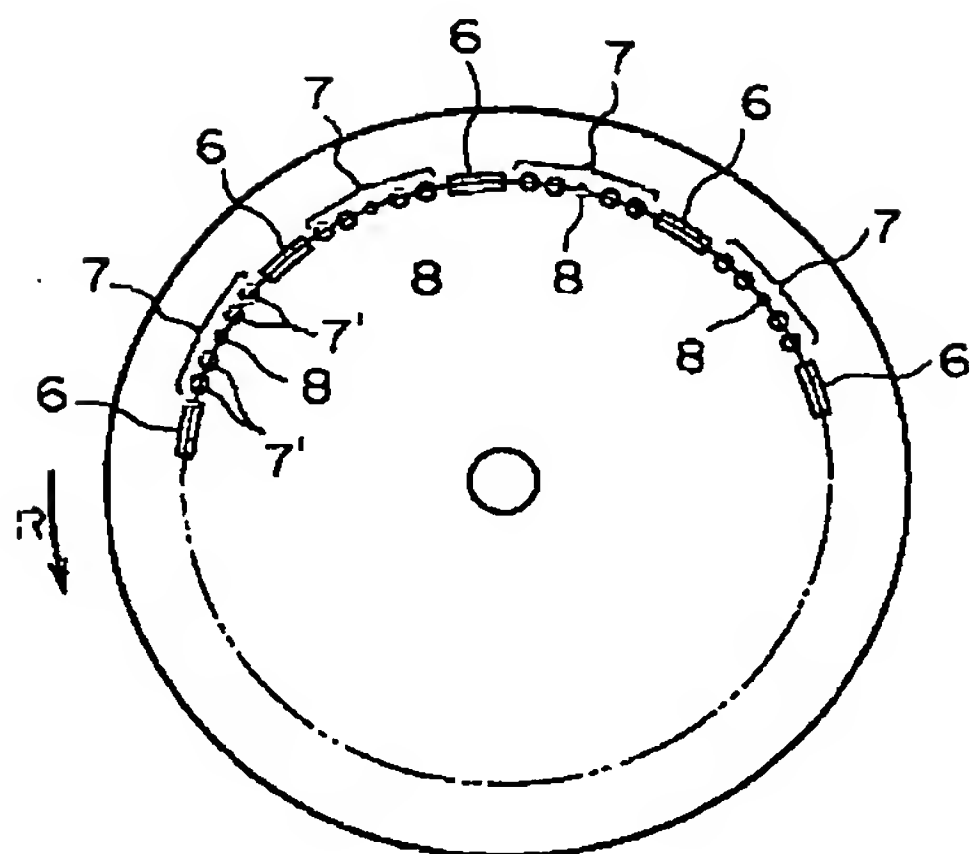
【図16】従来のホログラムを記録したトラックの一部を示す光情報記録媒体。

【図17】従来の光情報記録再生装置の光ヘッドの光学系の説明図。

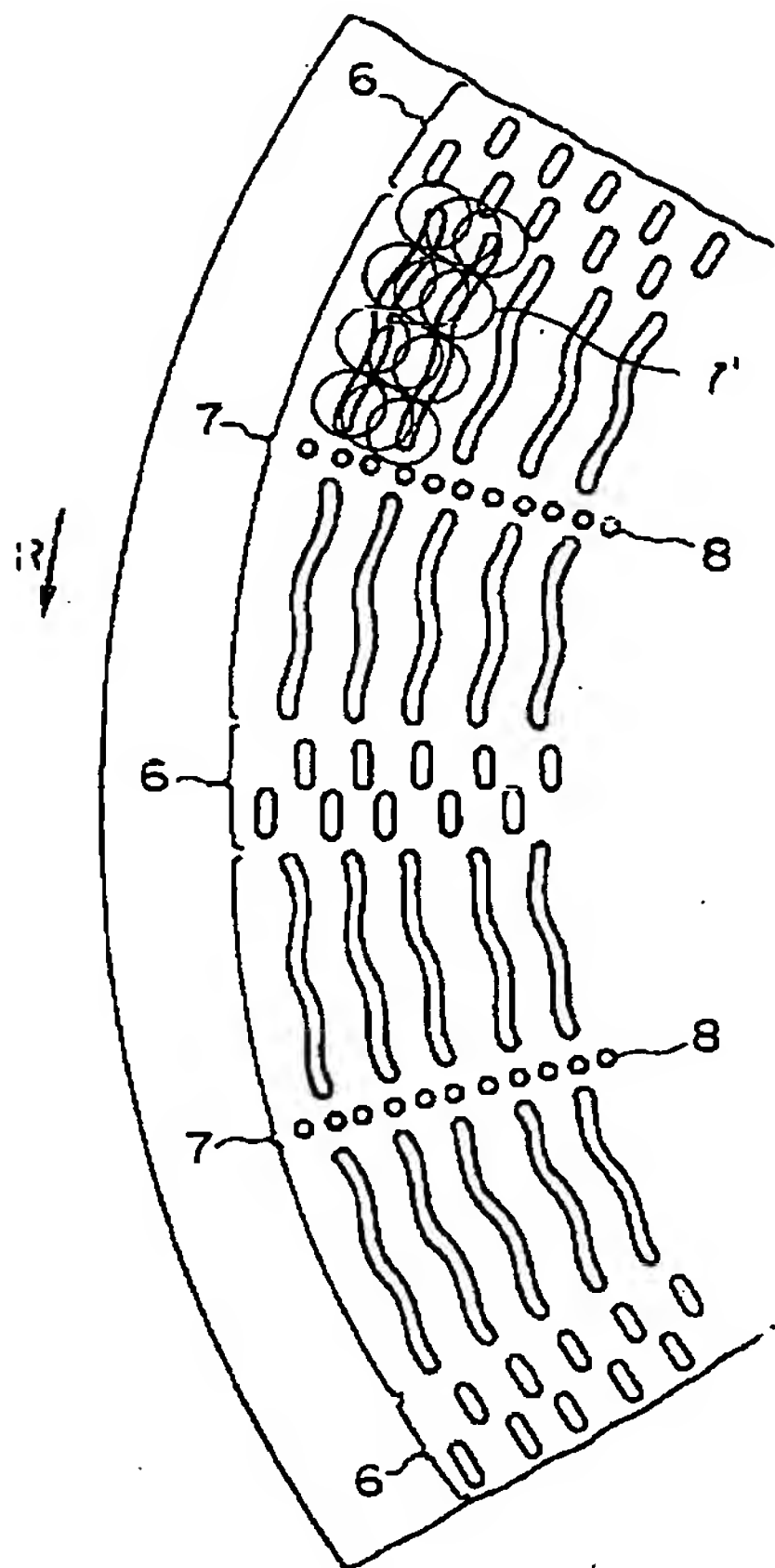
#### 【符号の説明】

- 1 記録媒体
- 2 透明基板
- 3 情報記録層
- 4 基板
- 5 反射膜
- 6 アドレスサーボ領域
- 7 情報記録領域
- 7' 情報記録位置
- 8 ロックアップピット
- 10 光情報記録再生装置
- 11 光ヘッド
- 12 対物レンズ
- 13 サーボ機構
- 14 旋光板
- 15 プリズムブロック
- 16 凸レンズ
- 17 位相空間光変調器
- 18 空間光変調器
- 19 プリズムブロック
- 20 CCDアレイ
- 23 ビームスプリッタ
- 24 コリメータレンズ
- 25 レーザ光源
- 26 フォトディテクタ
- 27 凸レンズ
- 28 シリンドリカルレンズ
- 29 受光部
- 30 ビームスプリッタ
- 31 フォトディテクタ
- 32 凸レンズ
- 33 レーザ光源

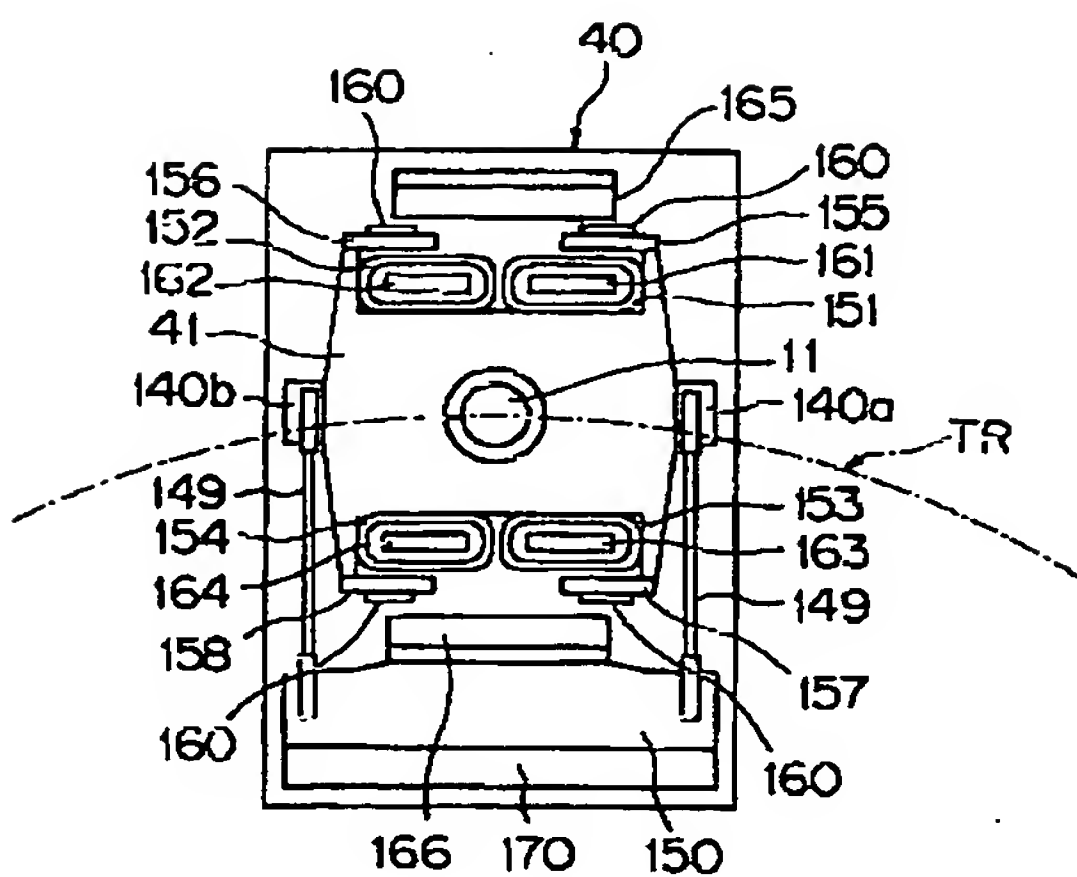
【図1】



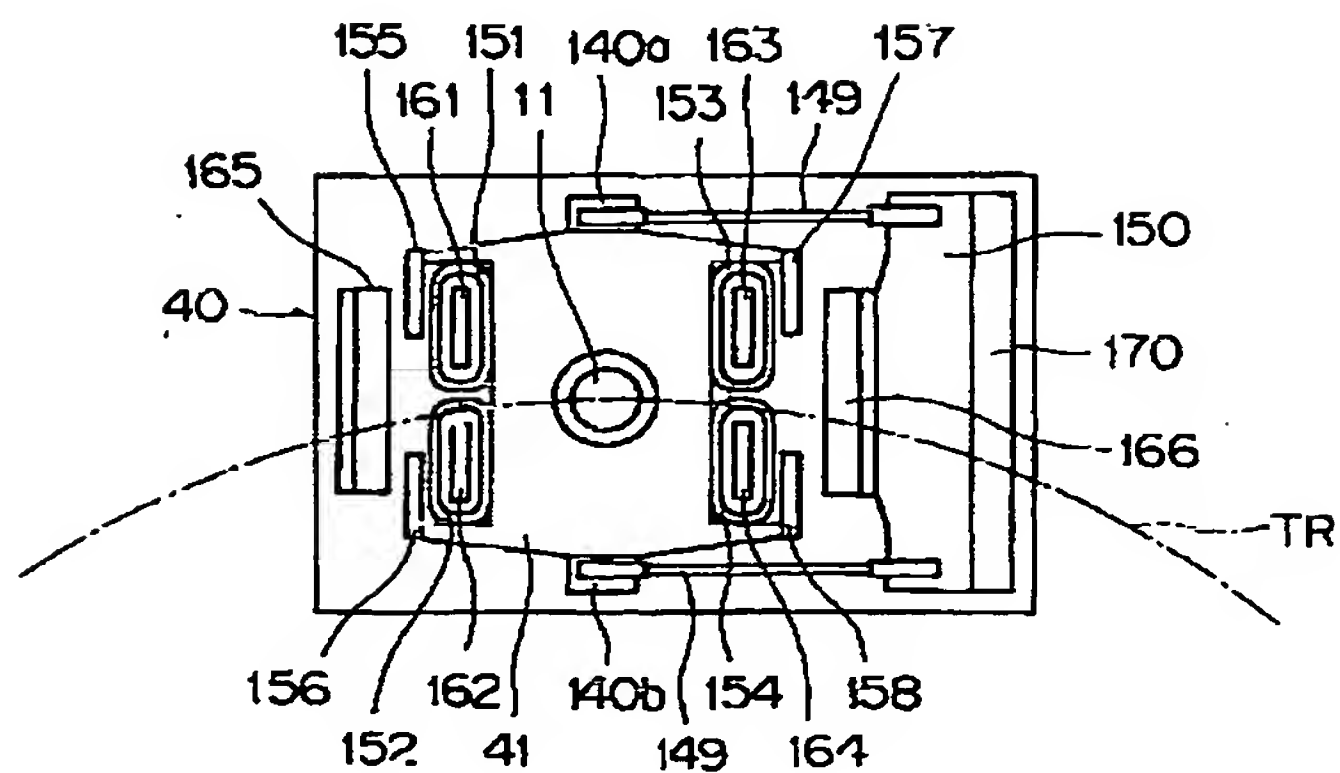
【図2】



【図4】

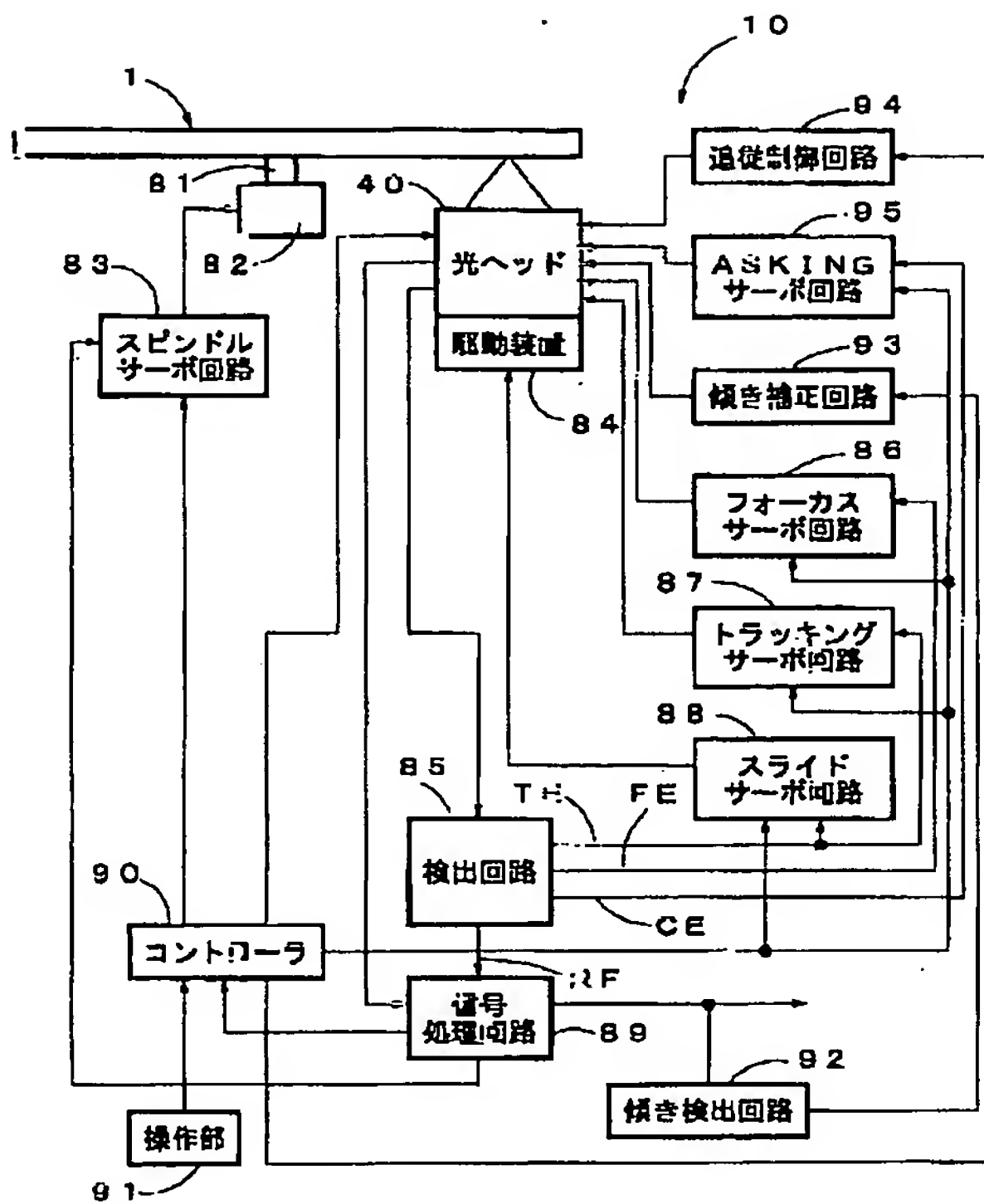


【図5】

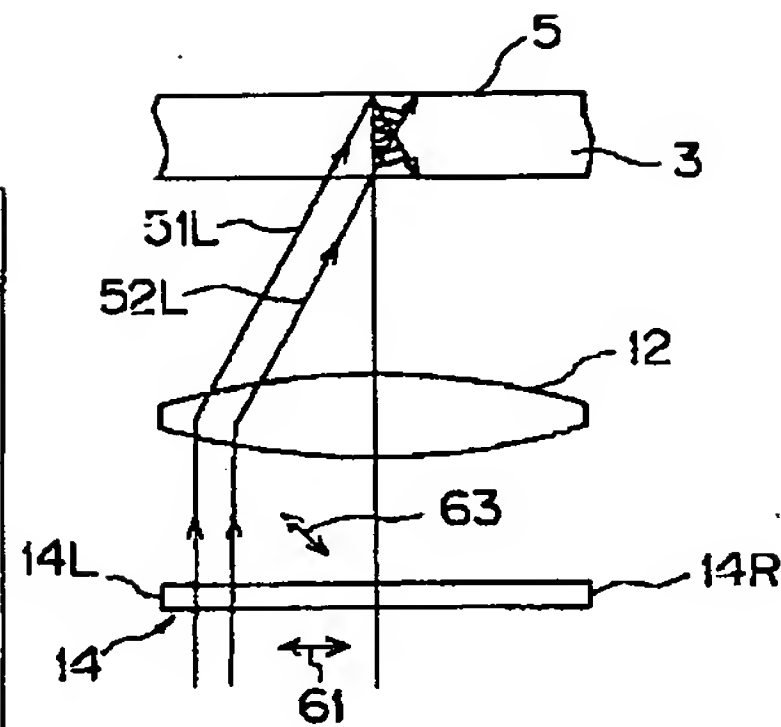




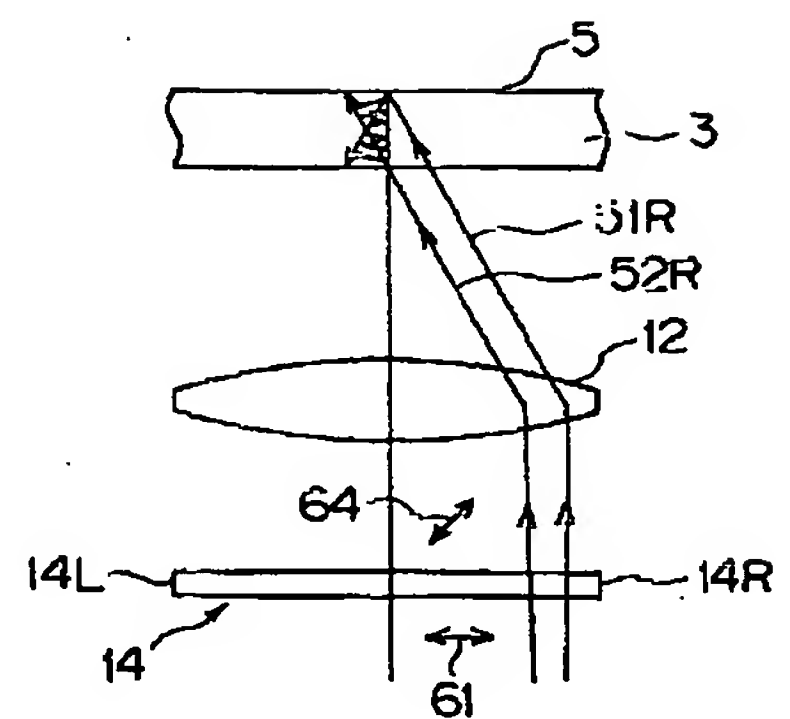
【例3】



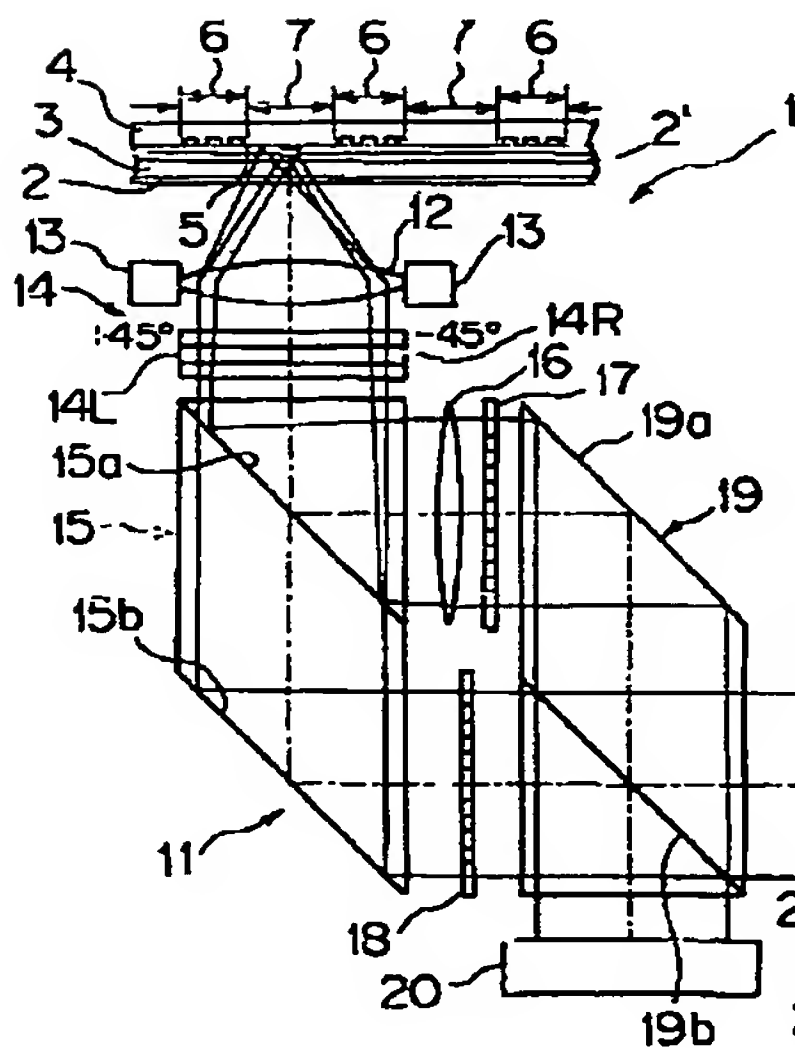
【図8】



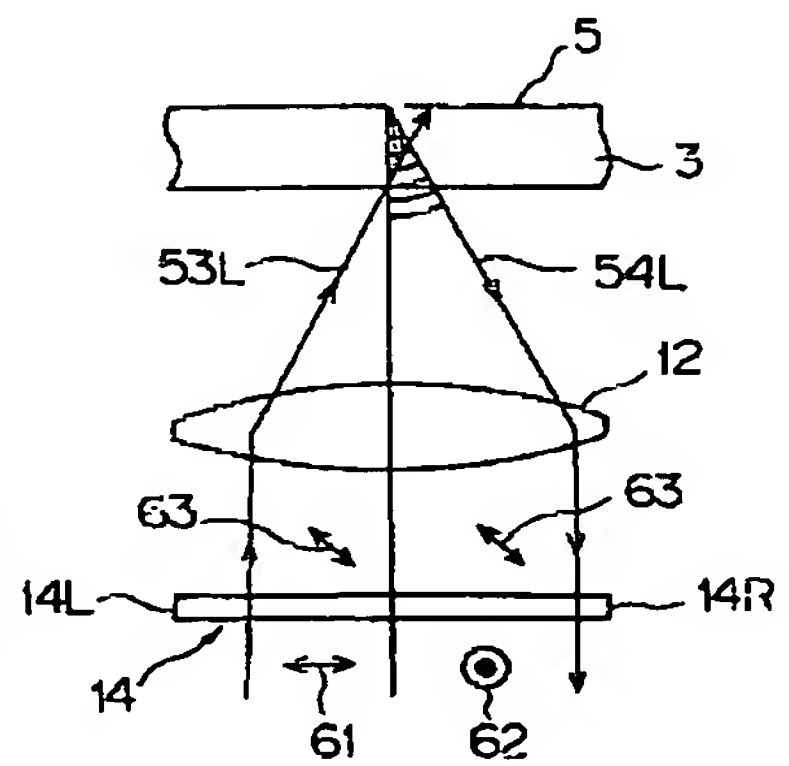
【図9】



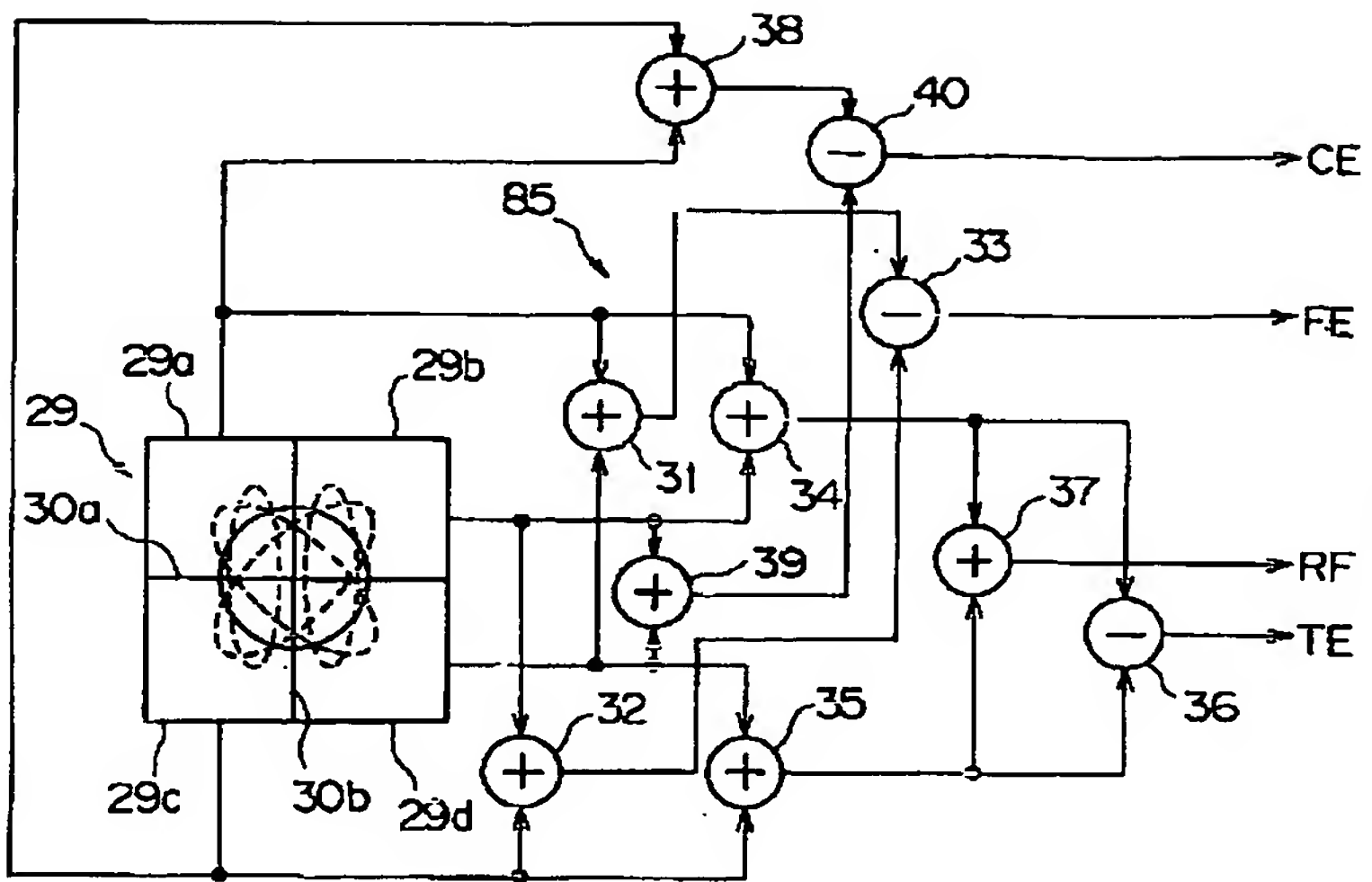
【図6】



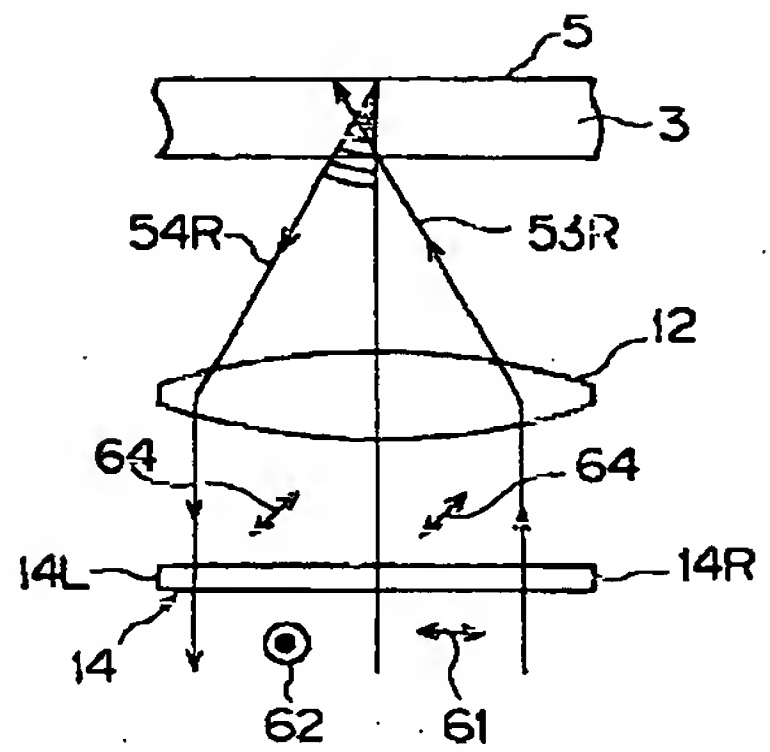
【図 10】



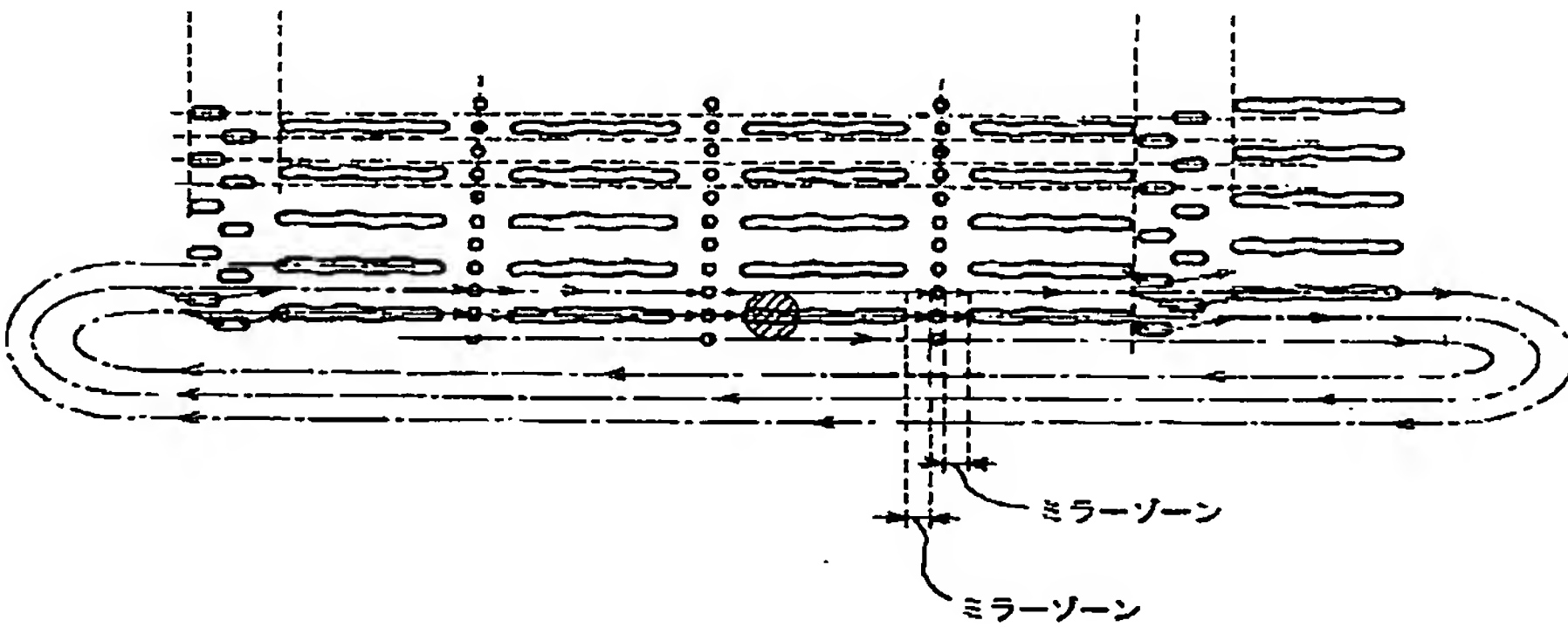
【図7】



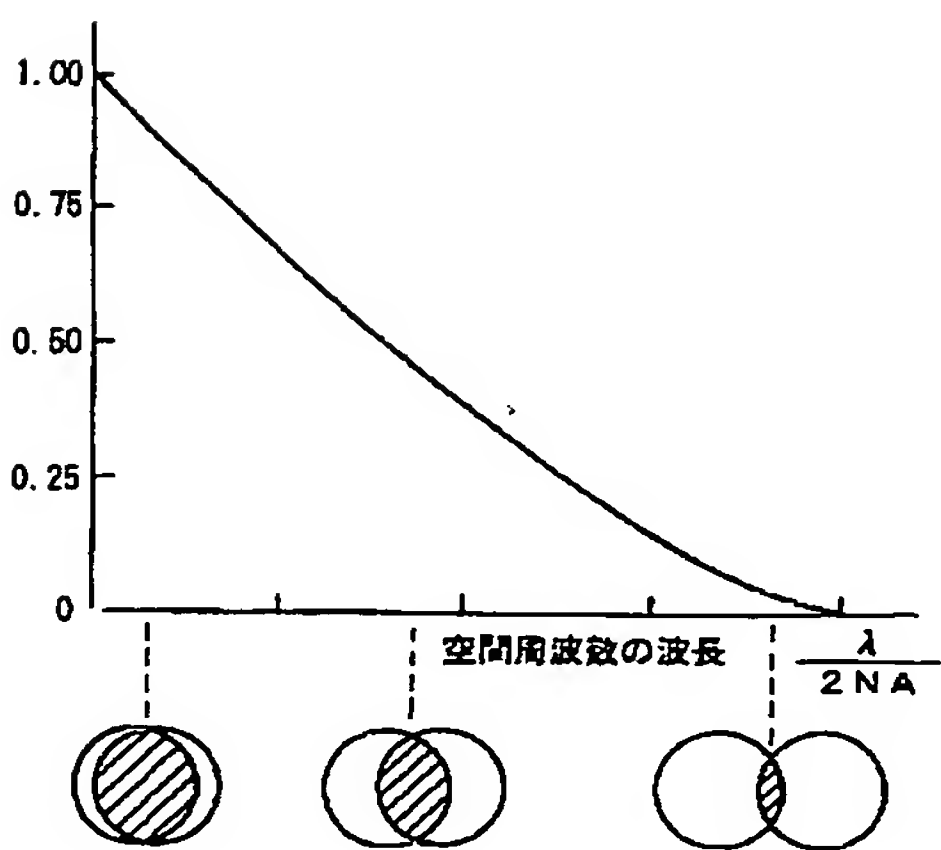
【☒ 1 1】



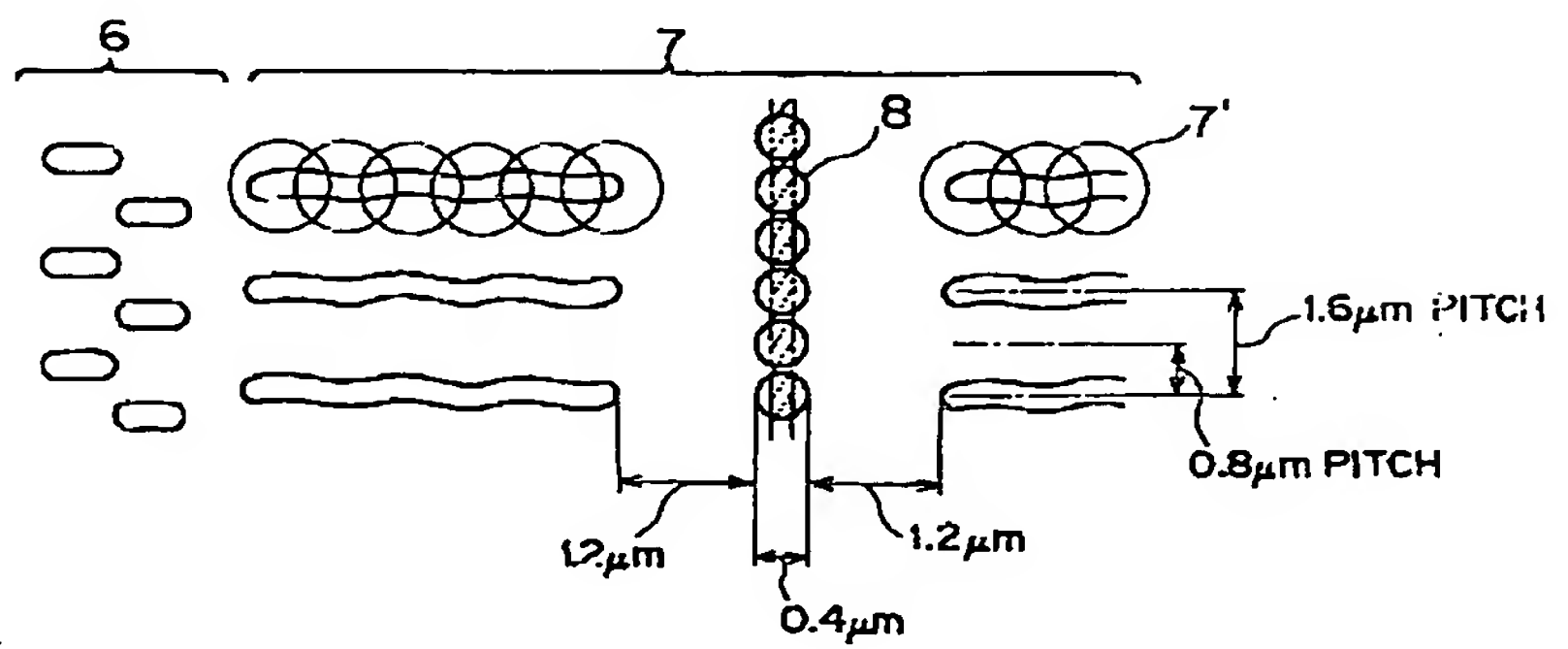
【図 12】



【図13】

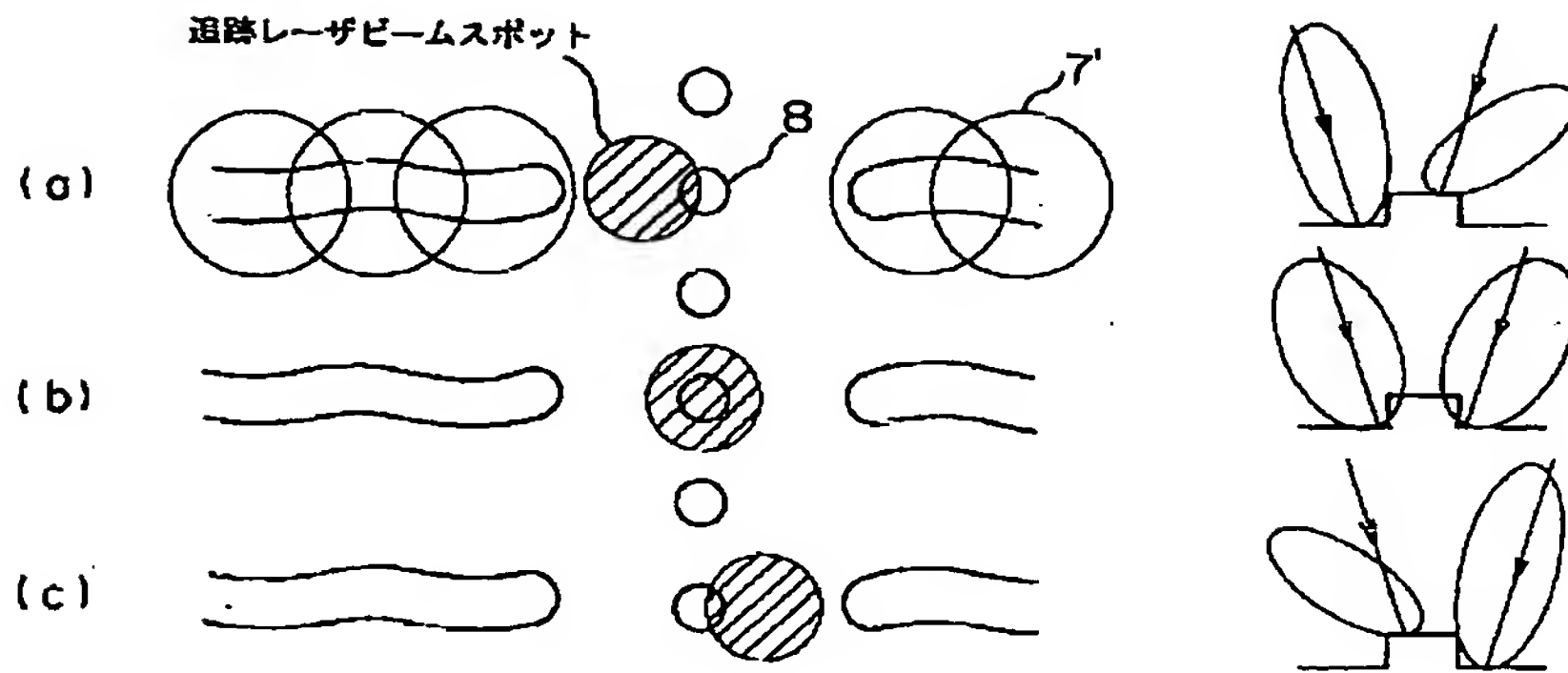


【図 14】

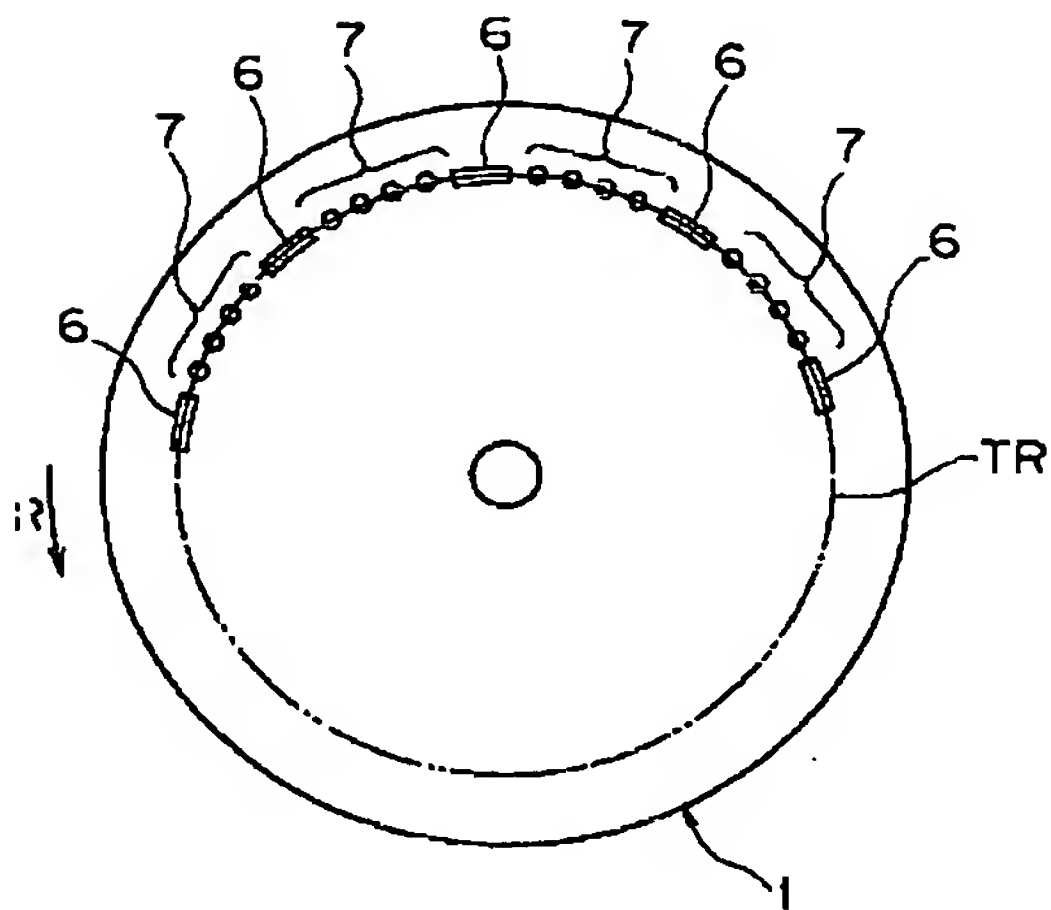




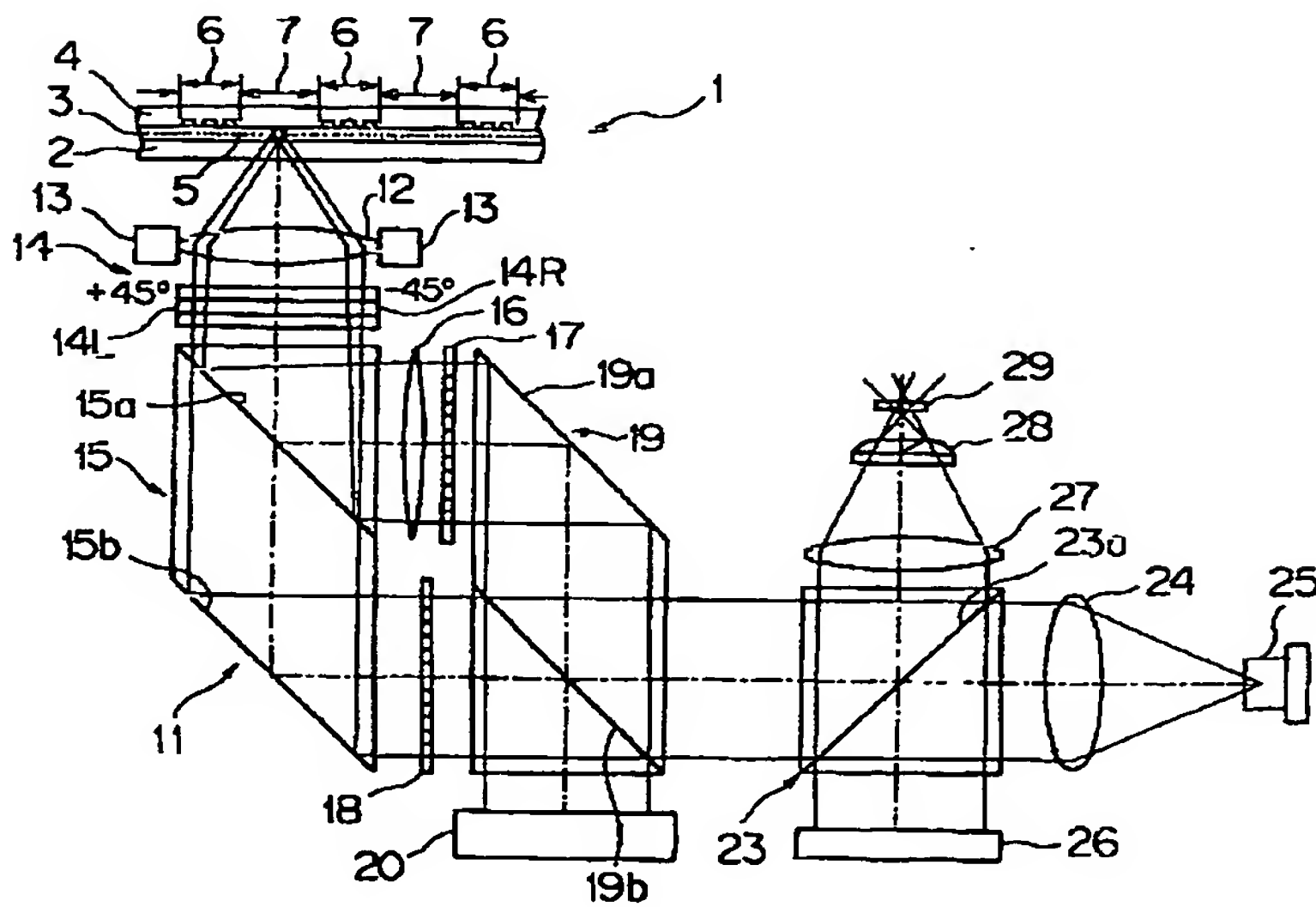
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

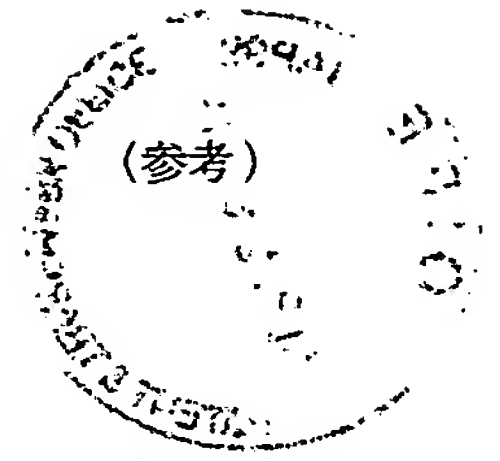
G11B 7/24

571

FI

G11B 7/24

571B



Fターム(参考) 2K008 AA04 AA17 BB05 BB06 DD13  
EE01 EE04 FF07 FF17 FF27  
HH01 HH11 HH18 HH20 HH26  
HH28  
5D029 PA03  
5D090 AA01 BB20 CC01 DD03 EE01  
FF50 JJ03 KK12 KK14  
5D118 AA13 BA01 BB02 BC12 BC13  
BF03 CA13